



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA Á TRAÇÃO DE
ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO SOBRE DIFERENTES
SUBSTRATOS NA CIDADE GUAPORÉ/RS**

Chanalisa Ruggini Salvi

Lajeado, novembro de 2017

Chanalisa Ruggini Salvi

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO DE
ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO SOBRE DIFERENTES
SUBSTRATOS NA CIDADE GUAPORÉ/RS**

Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso – Etapa II, ao Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Rafael Mascolo

Lajeado, novembro de 2017

Chanalisa Ruggini Salvi

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA Á TRAÇÃO DE
ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO SOBRE DIFERENTES
SUBSTRATOS NA CIDADE GUAPORÉ/RS**

A Banca examinadora abaixo aprova a Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso – Etapa II, da Universidade do Vale do Taquari – Univates, como parte da exigência para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil:

Prof. Me. Rafael Mascolo – Orientador

Universidade do Vale do Taquari – Univates

Prof. Me. Antonio Pregeli Neto

Universidade do Vale do Taquari – Univates

Prof. Me. Ivandro Carlos Rosa

Universidade do Vale do Taquari – Univates

Lajeado, 06 de dezembro de 2017

AGRADECIMENTOS

Dedico especialmente esse trabalho aos meus pais, Ivanir e Isabel que estiveram sempre ao meu lado, me incentivando, apoiando e me compreendendo. Vocês são minha base, meu conforto, meu suporte e o motivo que me faz seguir nessa caminhada. Obrigada por todo amor e compreensão.

Agradeço ao Professor Rafael Mascolo que aceitou o desafio de me ajudar na concretização desse estudo, conhecendo os desafios de realizá-lo, parte em outro país e assim, manteve-se disposto, compartilhando seus conhecimentos, orientando atenciosamente e colaborando significativamente para realização desse sonho.

Aos meus amigos que deram total apoio desde o início dessa jornada, aos que auxiliaram nos processos de produção e execução de ensaios, aos que compartilharam a experiência de fazer intercâmbio ao meu lado e aos amigos especiais que fiz em Portugal. Vocês todos foram parte da inspiração e do ponto de apoio para chegar até essa etapa, são pessoas de extrema importância para mim.

Quero agradecer a UNIVATES, que há anos tornou-se mais que apenas um local de estudo e sim, de muita aprendizagem e amadurecimento e agradecer a Faculdade de Engenharia do Porto que disponibilizou espaço para auxiliar no estudo.

RESUMO

O presente trabalho direciona-se a uma área muito empregada na construção civil brasileira, o estudo de revestimentos argamassados com aplicação em substratos de concreto e alvenaria. Um dos motivos que induziu a realização deste estudo se dá a frequentes ocorrências de manifestações patológicas relacionadas a este tipo de revestimento, principalmente no que refere-se a falhas de aderência. Dessa forma, esta pesquisa torna-se pertinente como forma de avaliar o desempenho mecânico dos revestimentos de argamassa na região de Guaporé/RS. Neste contexto, a pesquisa avaliou diferentes traços de argamassa de revestimento de diferentes obras da cidade de Guaporé/RS, a fim de correlacionar resistências de aderência, de tração na flexão, de compressão, regiões de ruptura e as variações na composição do revestimento, através de ensaios em laboratório. Utilizou-se como base de parâmetro de desempenho requerido, as Normas Brasileiras, NBR 5739/1994, NBR 13276/2016, NBR 13277/2005, NBR 13278/2005, NBR 13279/2005, NBR 13528/2010 e NBR 15259/2005. Foram reproduzidos quatro traços utilizados em obras da cidade e um traço referência baseado em bibliografias na área. Quanto à composição da argamassa, variações nos insumos/materiais (cimento, cal, areia e água) e nas suas proporções foram estabelecidas, conforme cada obra. Os resultados apresentaram desempenho inferior nos traços mais pobres, com maiores teores de agregado e cal. No que condiz ao revestimento, uma análise mediante a presença e ausência de chapisco, em substratos de cerâmica e a aplicação de argamassas com chapisco convencional e desempenado em substratos de concreto, foi realizada, apresentando grande variabilidade nas resistências obtidas. De modo geral, em bases cerâmicas com chapisco, observou-se um resultado satisfatório de aderência, sendo o único a atender o mínimo exigido por norma, de 0,30 MPa.

Palavra-chave: Revestimentos de Argamassa. Substratos de concreto e alvenaria. Chapisco. Diferentes traços.

ABSTRACT

The present study will be focused on an area that is often used in the Brazilian civil construction, the study of mortar coatings with application on substrates of concrete and masonry. One of the reasons that led to this study is the frequent pathological occurrences related to this type of coating, especially with regard to adherence failures. Therefore, this research becomes pertinent as a way of evaluating the mechanical performance of the mortar coatings in the region of Guaporé/RS and thus proposing improvements when necessary. In this context, the research consisted of collecting materials from different traits of Guaporé/RS to correlate resistance to adherence, resistance to traction on flexion and compression, fracture zones, water absorption and variations in coating composition, through laboratory tests. The Brazilian Standards NBR 5739/1994, NBR 13276/2016, NBR 13277/2005, NBR 13278/2005, NBR 13279/2005, NBR 13528/2010 e NBR 15259/2005 were used as the basis of required performance parameter. Four traits used in construction works in the region of Guaporé/RS and a reference trait based on *bibliographic* references in the area were reproduced. As for the mortar composition, variations in the inputs/materials (cement, lime, sand and water) and in their proportions were established, according to each construction work. The results presented worse performance in the poorest traits, with higher levels of aggregate and lime. As regards to the coating, an analysis *through* the presence and absence of roughcast on ceramic substrates and the application of mortar with conventional roughcast and laid on concrete substrates was performed, presenting great variability in the obtained resistances. In general, a satisfactory adherence result was observed in ceramic bases with roughcast, being the only one to attend the minimum required by standard of 0.30 MPa.

Keywords: Mortar coatings. Concrete and masonry substrates. Roughcast. Different traits.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração básica da constituição do revestimento	23
Figura 2 - Chapisco convencional (a), chapisco desempenado (b) e chapisco rolado (c)	27
Figura 3 - Ilustração das camadas de revestimento de argamassa	28
Figura 4 - Ilustração do revestimento em camada única	29
Figura 5 - Produção de testes para coleta de dados	48
Figura 6 - Obra A (a), Obra B (b), Obra C (c) e Obra D (d)	49
Figura 7 - Planejamento análise de dados	49
Figura 8 - Descrição de períodos e etapas com dias acumulados	51
Figura 9 - Visão aérea da localização da cidade de Guaporé/RS	52
Figura 10 - Areias utilizadas e ensaiadas	54
Figura 11 - Montagem substrato de concreto	57
Figura 12 - Mini parede de alvenaria	57
Figura 13 - Aplicador de chapisco	59
Figura 14 - Chapisco mini parede cerâmica	59
Figura 15 - Chapisco placa de concreto	59
Figura 16 - Chapisco desempenado	60
Figura 17 - Aplicação pela caixa de queda	61
Figura 18 - Gabarito de madeira	62
Figura 19 - Argamassa de revestimento aplicada	63
Figura 20 – Corpo de prova de concreto	63
Figura 21 – Rompimento CP concreto	63

Figura 22 - Ensaio de consistência	66
Figura 23 - Ensaio de retenção de água	67
Figura 24 - Ensaio densidade de massa e teor de ar incorporado	68
Figura 25 - Montagem prismas	68
Figura 26 - Ensaio resistência à tração na flexão	68
Figura 27 - Ensaio resistência à compressão	69
Figura 28 - Ensaio absorção por capilaridade	70
Figura 29 - Execução furos	70
Figura 30 - Pastilhas	70
Figura 31 - Arrancamento	70
Figura 32 - Formas de ruptura do ensaio de resistência de aderência à tração para um sistema de revestimento com chapisco.....	72
Figura 33 - Ensaio peneiramento	73
Figura 34 - Ensaio material pulverulento.....	75
Figura 35 - Frasco de <i>Chapman</i>	77
Figura 36 - <i>Frasco Le Chatelie</i>	78
Figura 37 - Traço 1:1:5 - Desempenado concreto (a), Convencional concreto (b), Convencional cerâmica (c) e Sem chapisco (d)	87
Figura 38 - Traço 1:1:6 - Desempenado concreto (a), Convencional concreto (b), Convencional cerâmica (c) e Sem chapisco (d)	90
Figura 39 - Traço 1:2:9 - Desempenado concreto (a), Convencional concreto (b), Convencional cerâmica (c) e Sem chapisco (d)	92
Figura 40 - Fissura entre base e argamassa.....	93
Figura 41 - Traço 1:1:7 - Desempenado concreto (a), Convencional concreto (b), Convencional cerâmica (c) e Sem chapisco (d)	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Espessuras admissíveis de revestimentos em milímetros	23
Quadro 2 - Classificação dos revestimentos	25
Quadro 3 - Composição dos cimentos Portland	30
Quadro 4 - Limites granulométricos de agregado miúdo.....	32
Quadro 5 - Principais requisitos e funções das argamassas.....	35
Quadro 6 - Caracterização do ensaio e norma correspondente.....	50
Quadro 7 - Traço substrato de concreto.....	53
Quadro 8 - Pesquisa de campo.....	55
Quadro 9 - Quantidade de água.....	61
Quadro 10 - Resultados resistência à compressão substrato de concreto	64
Quadro 11 - Limites de aderência à tração para emboço e camada única (MPa) ..	72
Quadro 12 - Módulo de finura	74
Quadro 13 - Classificação areia	74
Quadro 14 - Porcentagem de material pulverulento.....	76
Quadro 15 - Massa específica dos materiais	78
Quadro 16 - Resultados densidade e teor de ar incorporado.....	82
Quadro 17 - Resultados de resistência à tração na flexão e a compressão	84
Quadro 18 - Resumo resultado de aderência cada traço.....	99

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Curva granulométrica	74
Gráfico 2 - Porcentagem de material pulverulento	76
Gráfico 3 - Resultados retenção de água.....	80
Gráfico 4 – Resultados absorção de água por capilaridade.....	81
Gráfico 5 - Resultados teor de ar incorporado x densidade de massa.....	83
Gráfico 6 - Resultados de resistência à tração na flexão e a compressão.....	84
Gráfico 7 - Resultado aderência média traço 1:1:5	86
Gráfico 8 - Ruptura traço 1:1:5 - desempenado concreto (a), convencional concreto (b), convencional cerâmica (c) e sem chapisco cerâmica (d).....	88
Gráfico 9 - Resultado aderência média traço 1:1:6	89
Gráfico 10 - Ruptura traço 1:1:6 - desempenado concreto (a), convencional concreto (b), convencional cerâmica (c), sem chapisco cerâmica (d).....	90
Gráfico 11 - Resultado resistência de aderência à tração traço 1:2:9.....	91
Gráfico 12 - Ruptura traço 1:2:9 - desempenado concreto (a), convencional concreto (b), convencional cerâmica (c), sem chapisco cerâmica (d).....	93
Gráfico 13 - Resultado resistência de aderência à tração traço 1:1:7	94
Gráfico 14 - Ruptura traço 1:1:7 - desempenado concreto (a), convencional cerâmica (c) e sem chapisco cerâmica (d)	96
Gráfico 15 - Resultado resistência de aderência à tração traço 1:2:10	97
Gráfico 16 - Ruptura traço 1:2:10 - desempenado concreto (a), convencional concreto (b), convencional cerâmica (c), sem chapisco cerâmica (d).....	98
Gráfico 17 - Resultado médio de resistência de aderência dos substratos.....	99

LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

a/c	Relação água e cimento
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CPs	Corpo de Prova
LATEC	Laboratório de Tecnologia das Construções
NBR	Norma Brasileira
CPIV	Cimento <i>Portland</i>
CPV	Cimento <i>Portland</i> de alta resistência inicial

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Tema	16
1.2 Hipótese	16
1.3 Objetivo	17
1.3.1 Objetivo principal	17
1.3.2 Objetivo específico	17
1.4 Justificativa do trabalho	18
1.5 Delimitação	19
1.6 Limitação	19
1.7 Estrutura do trabalho	20
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1 Revestimento de argamassa	21
2.2 Constituição do revestimento	22
2.2.1 Substrato	24
2.2.2 Camada de argamassa	25
2.2.2.1 Chapisco	26
2.2.2.2 Emboço	27
2.2.2.3 Reboco	28
2.2.2.4 Camada Única	29
2.3 Constituição da argamassa	29
2.3.1 Cimento	30
2.3.2 Cal	31
2.3.3 Areia	31
2.3.4 Água	32
2.3.5 Aditivos	33
2.4 Função do revestimento	34
2.5 Classificação da argamassa de revestimento	36
2.5.1 Argamassa preparada em obra	37
2.5.2 Argamassa industrializada	37
2.5.3 Argamassa estabilizada	37
2.6 Controle de materiais	38
2.7 Propriedades das argamassas de revestimento	39

2.7.1 Propriedades no estado fresco	39
2.7.2 Propriedades no estado endurecido	40
2.8 Aderência das argamassas aos substratos	42
2.8.1 Tipos de aderência	42
2.8.2 Influência da cura na aderência	43
2.8.3 Influência dos diferentes substratos na aderência	43
2.8.4 Manifestações patológicas	44
3 METODOLOGIA	45
3.1 Metodologia da pesquisa	45
3.2 Pesquisa científica	46
3.2.1 Classificação quanto a abordagem da pesquisa	46
3.2.2 Classificação quanto aos objetivos	47
3.2.3 Pesquisa científica quanto a coleta e análise de dados	48
4 MATERIAIS E MÉTODOS	51
4.1 Materiais utilizados	52
4.1.1 Substratos	52
4.1.2 Argamassa de chapisco	53
4.1.3 Argamassa de revestimento	54
4.2 Montagem do sistema de revestimento	55
4.2.1 Montagem dos substratos	56
4.2.2 Aplicação do chapisco nos substratos	58
4.2.2.1 Chapisco convencional	58
4.2.2.2 Chapisco desempenado	60
4.2.3 Aplicação da argamassa de revestimento	60
4.3 Descrição de testes realizados em laboratório	63
4.3.1 Ensaio substrato de concreto	64
4.3.1.1 Determinação da resistência à compressão	64
4.3.2 Ensaio da argamassa no estado fresco	65
4.3.2.1 Determinação do índice de consistência	65
4.3.2.2 Determinação da retenção de água	66
4.3.2.3 Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado	67
4.3.3 Ensaio da argamassa no estado endurecido	68
4.3.3.1 Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão	69
4.3.3.2 Determinação de absorção de água por capilaridade	70
4.3.3.3 Determinação da resistência de aderência à tração	71
4.3.4 Caracterização dos materiais	73
4.3.4.1 Granulométrica	73
4.3.4.2 Teor de material pulverulento	75
4.3.4.2 Massa específica dos constituintes	77
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS	79
5.1 Resultados argamassa de revestimento	79
5.1.1 Retenção de água	79
5.1.2 Absorção de água por capilaridade	81
5.1.3 Densidade de massa e teor de ar incorporado	82
5.1.4 Resistência à tração na flexão e a compressão	83
5.2 Resultados análise de resistência de aderência à tração	85
5.2.1 Resultados médias de resistência de aderência à tração e regiões de ruptura	85

5.2.1.1 Traço 1:1:5	86
5.2.1.2 Traço 1:1:6	89
5.2.1.3 Traço 1:2:9	91
5.2.1.4 Traço 1:1:7	94
5.2.1.5 Traço 1:2:10	96
5.2.2 Análise geral das resistências médias conforme substrato	99
6 CONCLUSÃO	101
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103

1 INTRODUÇÃO

O uso da argamassa, como sistema de proteção de elementos de vedação em edificações é considerado uma solução antiga e, como é evidente, continua sendo intensamente empregado nas construções. Esse material possui um baixo custo, usufrui de um amplo mercado de materiais a disposição e detém características de certa simplicidade. Por esse motivo, os níveis de produção de revestimentos em argamassa crescem cada vez mais (RUDUIT, 2009).

Segundo Longhi (2012) o revestimento de argamassa é o principal sistema de revestimento utilizado na região Sul do Brasil, justifica-se pela facilidade de aplicação e pelo baixo custo de produção quando comparado aos cerâmicos, pétreos e aos de pastilhas. Porém, apesar do uso constante, do desenvolvimento dos níveis de produção e das formas de aplicação das argamassas de revestimento, as maiores incidências de manifestações patológicas que ocorrem dão-se nesse sistema.

Nesse sentido, visando à busca pela qualidade e durabilidade das construções, os revestimentos de argamassa devem desempenhar características de proteção dos elementos de vedação, seja esse composto de uma ou mais camadas superpostas, em que posteriormente receberão acabamentos finais (STOLZ, 2011). Devem suportar ações de agentes agressivos, impedir a passagem de água e fogo, dispor de certa porosidade, possuir resistência mecânica, assim como proporcionar melhorias térmicas e acústicas (SANTOS, 2008).

Considerando isto, a NBR 13749 (ABNT, 1996) salienta que os revestimentos de argamassa devem apresentar uma textura uniforme, ou seja, sem imperfeições, nestas incluem-se desde cavidades, fissuras, manchas, até eflorescência. Por isso, é notória a cobrança, cada vez mais presente, quanto à qualidade e durabilidade desse sistema de construção.

Nessa perspectiva, a fim de possibilitar uma boa qualidade ao revestimento, contribuindo para o desempenho, estanqueidade, segurança e durabilidade da edificação, as argamassas devem ser elaboradas e produzidas para atender as exigências, sobretudo a aderência ao substrato, tanto no estado fresco como endurecido. Devem ainda ser analisados os cuidados no preparo e manuseio dos elementos, principalmente se o revestimento compuser a fachada de uma edificação (SANTOS, 2008).

Para averiguarmos as características e desempenho dos revestimentos de argamassas, sejam eles executados na própria obra ou em laboratórios, fatores diretamente influenciados pelas condições da superfície, espessura do revestimento, qualidade e controle dos materiais empregados na composição, deverão ser investigados por meio de ensaios conforme descritos em normas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (MOURA, 2012).

Para isso, no presente estudo usar-se-á traços especificados por profissionais da construção civil, no que refere-se a argamassas misturadas em obra, a fim de incorporar o conhecimento dos profissionais a um estudo reproduzido em laboratório. Consiste-se em coletar material de quatro obras diferentes e reproduzir os revestimentos aplicados na cidade, com o propósito de avaliar o desempenho mecânico desses revestimentos argamassados.

Embora haja uma evolução nas técnicas com melhores condições de execução, para produção das argamassas, ainda é comum a falta de controle de qualidade. A confiança no saber empírico dos profissionais responsáveis pela execução desse sistema de revestimentos nas obras prevalece em muitos casos o que reflete em um índice alto de manifestações patológicas (SILVA, 2006).

Moura (2007) destaca as principais causas das manifestações patológicas são o inadequado tratamento superficial do substrato, a qualidade dos tipos de materiais empregados, a forma de execução e as condições de cura impróprias, além da falta de detalhes construtivos. O que resulta em um número elevado de fissuras, falta de aderência, retração e manchas de umidade.

Diante disso, torna-se justificável a necessidade de empregar estudos direcionados a esta área da construção civil, principalmente no que refere-se a complexidade do funcionamento das argamassas de revestimentos, uma vez que esta, envolve inúmeras variáveis a serem analisadas.

Assim, o presente trabalho de conclusão de curso, na pretensão de contribuir positivamente para validação do desempenho dos revestimentos argamassados, da cidade de Guaporé/RS, propôs-se em avaliar o comportamento mecânico dos sistemas e caracterizar os materiais. Dessa maneira, identificar o comportamento dos revestimentos quanto ao atendimento dos requisitos mínimos de desempenho, prevenindo o surgimento de patologias nas edificações.

1.1 Tema

Emprego de revestimentos argamassados em substratos de concreto e alvenaria, através da coleta de materiais de diferentes obras da cidade de Guaporé/RS, reproduzindo os traços e testando-os em laboratório.

1.2 Hipótese

Pressupõe-se que ausência de projeto de revestimento caracteriza-se como um fator de grande contribuição quanto à falta de informações relevantes para a execução do revestimento. Por vezes, isso origina maiores custos, desperdícios, atrasos e influência na qualidade do produto final. Com isso, um número considerável

de ocorrências patológicas em fachadas tem sua origem na falta de controle de execução.

1.3 Objetivo

Os objetivos deste trabalho dividem-se em principais e específicos.

1.3.1 Objetivo principal

O objetivo do estudo é avaliar o desempenho mecânico de argamassas de revestimentos utilizadas nas obras de Guaporé/RS, aplicadas sobre substratos usuais da região, quanto à resistência de aderência à tração.

1.3.2 Objetivo específico

- Avaliar aplicação do revestimento em diferentes substratos, tais como concreto e alvenaria cerâmica, verificando as propriedades mecânicas/aderência da argamassa de revestimento;
- Coletar dados e materiais em obras, caracterizando a constituição das argamassas de revestimento para analisar as propriedades em estado fresco e endurecido;
- Verificar as respostas de diferentes traços de argamassa, no que diz respeito à aderência;
- Relacionar propriedades mecânicas, tais como resistências de aderência à tração na flexão, resistência à compressão, assim como da absorção de água das combinações ensaiadas;

- Caracterizar os materiais constituintes dos diferentes traços das argamassas.

1.4 Justificativa do trabalho

Devido ao elevado número de falhas de aderência de revestimentos em argamassa, assim como os riscos que estão relacionados a esta patologia, justifica-se a constante procura por recursos e tratamentos que possam resolver esta situação. Para isso, a buscar por recursos que possam aumentar a resistência e a aderência dos revestimentos, consequentemente aumentando sua vida útil e melhorando as condições de segurança, como à queda de fragmentos de argamassa e deslocamento contínuo intenso (RUDUIT, 2009).

Atualmente, tem sido dada uma atenção especial às questões relacionadas à aderência da argamassa de revestimento, já que problemas ligados a esta propriedade vem trazendo consequências não só de cunho patrimonial, mas também social. Grande parte do aparecimento de manifestações patológicas na produção de argamassas consiste na falta de controle tecnológico e conhecimento técnico na produção, fator que compromete o adequado cumprimento de suas funções. (STOLZ, 2011).

Dessa forma, conhecer materiais, avaliar a ligação entre argamassa e substrato, propriedades e capacidades do sistema, são parâmetros básicos para produzir revestimentos eficientes e de caráter duradouro.

Partindo da presunção que a aderência é um mecanismo complexo, visto que este depende além das propriedades de cada elemento, advém da proporção dos materiais constituintes, da forma de aplicação, camada de preparo e interação entre os componentes do sistema, é influenciada também pelas propriedades e características dos substratos (GASPERIN, 2011). Por isso, cada material interfere de maneira diferente e significativa no desempenho do revestimento.

Visando este conceito, o estudo permitiu a qualificação dos revestimentos de argamassa da cidade de Guaporé/RS, caracterizando traços e revestimentos empregados na região.

1.5 Delimitação

Visto que, revestimento em argamassa detém de um amplo tema, o estudo delimitou-se em:

- a) Ser desenvolvido apenas com empresas situadas na cidade de Guaporé, Rio Grande do Sul, dessa forma aplicando somente materiais utilizados no município;
- b) Realização do estudo com dois tipos de substrato e cada um com duas variações de preparo da base, definido dessa forma devido ao volume de ensaios e amostras que resultará o projeto;
- c) Da mesma forma, a fim de priorizar o revestimento, foi padronizado o material cerâmico e de concreto, para formação dos painéis, conforme disponibilidade em laboratório;
- d) As espessuras foram delimitadas conforme molde de madeira projetado, de forma que este atendesse a limitação do equipamento de teste.

1.6 Limitação

Devido à distância entre as cidades envolvidas, todos os testes foram realizados no laboratório, em Lajeado, uma vez que não haveria tempo hábil para transportar os revestimentos de Guaporé, com a argamassa ainda na condição fresca para ensaiar. Além disso, devido ao elevado número de arrancamentos necessários para a concretização do estudo, não foi possível realizá-los nas obras da cidade.

1.7 Estrutura do trabalho

Este trabalho foi estruturado em seis capítulos. O primeiro capítulo inclui a introdução ao tema. Apresentam-se também os objetivos desse trabalho, principais e específicos, a contextualização de hipóteses, limitações, delimitações, a justificativa para a escolha do tema desenvolvido e a estrutura da pesquisa.

No segundo capítulo apresenta-se uma revisão bibliográfica referente ao revestimento de argamassa, especialmente quanto à sua aderência, fornecendo dados necessários para o embasamento ligado à realização do estudo. Por isso, nesse bloco foi feita uma pesquisa detalhada de sua constituição, função, propriedades e classificação dos revestimentos.

O terceiro capítulo refere-se à metodologia aplicada no estudo. A fim de estrutura-lo, apresentou-se o método da pesquisa realizada, o planejamento do experimento e o procedimento de coleta das amostras para realização dos testes.

No quarto capítulo, especificou-se os materiais e métodos empregados para a realização dos ensaios e testes, obtidos em laboratório.

O quinto capítulo expõe os resultados obtidos nos ensaios empregados no laboratório, assim como uma análise das discussões e observações levantadas na pesquisa.

Por fim, o sexto capítulo apresenta as conclusões do estudo, embasadas nos resultados encontrados no capítulo anterior e da pesquisa realizada.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta informações referentes a aspectos encontrados na literatura sobre os conceitos básicos relacionados ao sistema de revestimento em argamassa, sua composição, funções e propriedades, assim como seu arranjo, classificação e manifestações patológicas. A fim de fundamentar, justificar e contextualizar o respectivo estudo. Para isso, dá-se início com definições básicas sobre a argamassa e o revestimento em argamassa.

2.1 Revestimento de argamassa

Existem inúmeras definições para a palavra argamassa, porém ambas convergem para o conceito da NBR 13281 (ABNT, 2001), que a define como uma mistura homogênea de agregado miúdo, aglomerante inorgânico e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria.

Enquanto isso, no quesito revestimento, a NBR 13529 (ABNT, 1995) completa definindo revestimento em argamassa como o cobrimento de uma superfície com uma ou mais camadas superpostas de argamassa, apta a receber revestimento decorativo ou constituir-se em um acabamento final. Podem ser constituídos por chapisco e emboço, formando o revestimento de camada única, ou por chapisco, emboço e reboco.

Visto isso, um número muito elevado de variáveis pode influenciar no desempenho do revestimento. O tratamento superficial do substrato, a camada de preparo, os materiais empregados, a forma de execução e as condições de cura são parâmetros de extrema importância. Dentre eles, alguns são controláveis, como é o caso dos materiais, porém outros, como as condições ambientais de cura, são incontroláveis, logo, evidenciam o desconhecimento de suas reais influências quanto à aderência entre o substrato e o revestimento (MOURA, 2007).

Sendo assim, no que diz respeito ao sistema de revestimento de argamassa, tão importante quanto às propriedades da argamassa, são as características do substrato e as condições do ambiente em que está inserida. Uma vez que a argamassa de revestimento que é aplicada em fachadas, sofre de maneira intensa a ação do clima (PEREIRA, 2007).

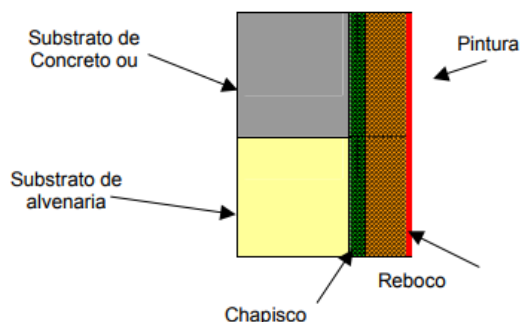
Na seção 2.2 serão detalhados os elementos constituintes do revestimento de argamassa. Necessário para compreendermos de forma básica a interação entre as propriedades dos materiais e seu comportamento tanto individual como no conjunto da estrutura.

2.2 Constituição do revestimento

Quanto ao sistema de revestimento, este constitui elementos, tais como: revestimento interno, externo e substrato, sendo de alvenaria ou de uma estrutura de concreto. Já o subsistema revestimento, compõe-se de uma camada de ancoragem, que depende das propriedades da argamassa, podendo ser executada em uma ou mais camadas. (JUNIOR, 2004).

Entende-se então que no conjunto revestimento em contato com a base, a argamassa torna-se um elemento integrante e essencial para a eficiência do sistema, contendo uma espessura normalmente uniforme e apta para receber acabamentos (FIGURA 1).

Figura 1 - Ilustração básica da constituição do revestimento



Fonte: Adaptado de Santos (2008).

Nesse sentido, as espessuras admitidas para execução desses revestimentos, segundo a NBR 13749 (ABNT, 1996), apresenta valores de espessuras para revestimento interno e externo de paredes e tetos dentro dos seguintes limites:

Quadro 1 - Espessuras admissíveis de revestimentos em milímetros

Revestimento	Espessura (mm)
Parede interna	$5 \leq e \leq 20$
Parede externa	$20 \leq e \leq 30$
Tetos interno e externo	$e \leq 20$

Fonte: Adaptado de Santos (2008).

Em vista disso, para a elaboração de um projeto, de acordo com NBR 7200 (ABNT, 1998), na execução do sistema de revestimento de argamassa, devem constar pelo menos:

- Tipo de argamassa e respectivos parâmetros para definição do traço;
- Número de camadas;
- Espessura de cada camada;
- Acabamento superficial;
- Tipo de revestimento decorativo.

Na seção 2.2.1 estão abordadas, em síntese, as definições e propriedades do primeiro elemento constituinte do revestimento, o substrato. Elemento de suma

importância, uma vez que, este pode definir variações significativas no desempenho da estrutura, em especial na aderência.

2.2.1 Substrato

Dito isso, um elemento fundamental é o substrato ou também designado como base, na qual consiste em uma camada responsável por receber a argamassa. Pode ser classificado conforme suas funções seja ela estrutural ou de vedação, assim como, através dos materiais empregados, pela sua capilaridade de absorção ou sucção de água ou ainda, classificado pela porosidade e textura superficial de contato que pode ser lisa ou rugosa (JUNIOR, 2004).

Afim de orientar no processo de preparação dos substratos a NBR 7200 (ABNT, 1998) salienta que as bases de revestimentos devem atender às exigências de prumo e nivelamento fixados nas normas de alvenaria e de estruturas de concreto. Ainda referente a esta norma, a base do revestimento com elevada absorção, exceto parede de bloco de concreto, deve ser pré-molhada, além de, recomendar-se a limpeza da base removendo-se pó, graxa, óleo, eflorescência, materiais soltos ou qualquer elemento que interfira na aderência.

Ioppi (1995) complementa ressaltando que em substratos onde a adesão inicial não é satisfatória, o desempenho do revestimento fica prejudicado, pois a dificuldade de aplicação culmina na extensão da aderência que resulta no enfraquecimento da sua resistência mecânica e na durabilidade inadequada do revestimento.

Na seção 2.2.2 estão apresentadas as principais camadas que englobam a argamassa, uma vez que, essa pode variar conforme escolha em projeto. Essas camadas possuem características e funções específicas e por isso, serão detalhadas na sequência.

2.2.2 Camada de argamassa

Segundo a NBR 13749 (ABNT,1996), os revestimentos de paredes podem ser constituídos por chapisco mais emboço, como revestimento de camada única, ou por chapisco, emboço e reboco.

Em revestimentos compostos por duas camadas, ainda de acordo com a norma anteriormente citada, o emboço funciona como camada de regularização da base e o reboco como acabamento. Nos revestimentos constituídos por camada única, a mesma cumpre as duas funções, ou seja, as funções de regularização da base e de acabamento.

Quadro 2 - Classificação dos revestimentos

Tipo	Critério de classificação
Revestimento de camada única Revestimento de duas camadas	Número de camadas aplicadas
Revestimento com contato com o solo Revestimento externo Revestimento interno	Ambiente de exposição
Revestimento comum Revestimento de permeabilidade reduzida Revestimento hidrófugo	Comportamento à umidade

Fonte: NBR 13530 (ABNT, 1995).

Dito isso, as seções subsequentes, apresentam as definições das variações de camadas, comentando os quatro elementos constituintes, de forma a proporcionar uma melhor compreensão acerca da composição de um revestimento em argamassa.

2.2.2.1 Chapisco

Considerado como o primeiro processo de preparação da base, o chapisco é um componente sem espessura definida. Esse elemento é apropriado para auxiliar na aderência da argamassa ao substrato, principalmente em alguns elementos de base que não favorecem um bom contato, seja devido à baixa rugosidade superficial ou devido absorção capilar. Nesse sentido, aplica-se o chapisco a fim de obter uma maior superfície de contato (SILVA, 2006). Após vinte e quatro horas da aplicação do chapisco, pode-se executar a camada seguinte, o emboço (MILITO, 2001).

Destaca-se três tipos comuns de chapisco:

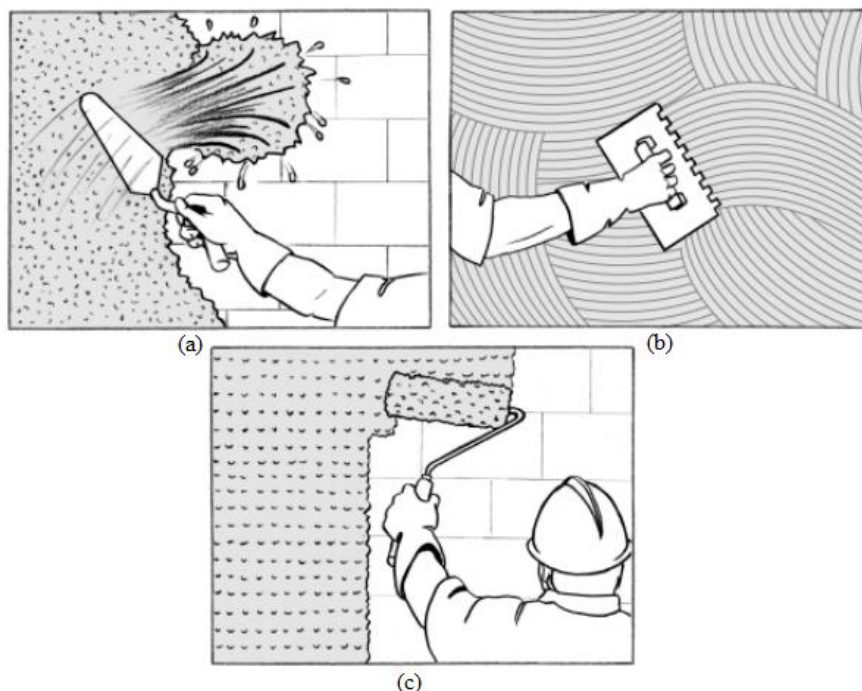
O tradicional que consiste em uma argamassa mais fluida, cujo lançamento dá-se utilizando uma colher de pedreiro com textura final de uma película rugosa, aderente e resistente. Ainda em relação ao chapisco tradicional é comum à adição de aditivos para contribuir na aderência e o mesmo pode ser aplicado por projeção sobre toda a fachada, inclusive sobre a estrutura (LEAL, 2003).

Ainda segundo Leal (2003), o chapisco industrializado é usualmente aplicado sobre a estrutura de concreto e utiliza uma desempenadeira dentada para execução. Como o próprio nome remete, esse chapisco é realizado com uma argamassa industrializada pronta, necessitando apenas da adição de água.

Por fim, o chapisco rolado, elemento aplicado sobre a alvenaria ou na estrutura usando um rolo de textura acrílica. Seu uso mais comum é em revestimento interno (LEAL, 2003).

Na Figura 2 é possível observar os diferentes tipos de chapisco, conforme os aspectos detalhados anteriormente, diferenciando cada preparação.

Figura 2 - Chapisco convencional (a), chapisco desempenado (b) e chapisco rolado (c)



Fonte: Comunidade da Construção (2005).

2.2.2.2 Emboço

Conforme a NBR 13529 (ABNT, 1995), o emboço é definido como a camada de revestimento responsável por cobrir e regularizar a superfície da base ou do chapisco, proporcionando uma superfície que possa receber outra camada, como reboco, revestimento decorativo ou ainda, podendo ser o próprio acabamento final. Junior (2004) destaca nesse último caso, se o próprio emboço tornar-se o acabamento final, o revestimento é chamado de camada única.

Quanto ao processo de aplicação, deve-se iniciar o revestimento de cima para baixo e com a superfície previamente molhada, nesse ponto deve-se ter cuidado quanto à quantidade de água, uma vez que, uma umidade excessiva fará a massa escorrer pela parede. Por outro lado, se a base estiver completamente seca, absorverá a água da argamassa fazendo com que esta não fique fixa e desprenda. Outro fator de relevância refere-se à espessura do emboço, na qual admite-se em média um valor de 1,5 cm. (MILITO, 2001).

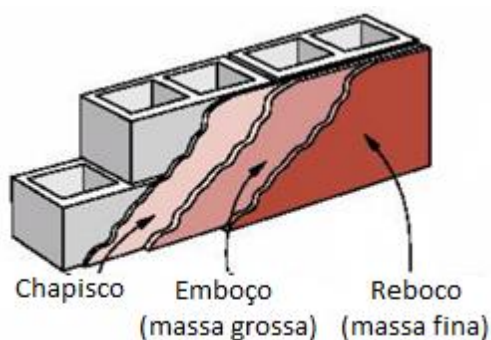
2.2.2.3 Reboco

O reboco é designado, ainda referenciando a NBR 13529 (ABNT, 1995), como a camada final do revestimento constituído de múltiplas camadas, servindo assim, como acabamento. Também é utilizada para dar cobertura ao emboço e permite o recebimento do revestimento decorativo. Devido a isso, essa camada não pode apresentar fissuras, principalmente se este estiver situado na parte externa da edificação, logo, a argamassa utilizada deve apresentar alta capacidade de absorver deformações.

Além disso, conforme Milito (2001) o reboco deve conter uma espessura aproximadamente de 2 a 5 milímetros e sua aplicação deve ser efetuada no sentido contrário do emboço, ou seja, deve-se realizá-lo de baixo para cima e o desempenamento feito com a superfície ligeiramente umedecida através de aspersão de água com brocha e com movimentos circulares.

A Figura 3 apresenta uma ilustração do revestimento completo com chapisco, emboço e reboco.

Figura 3 - Ilustração das camadas de revestimento de argamassa

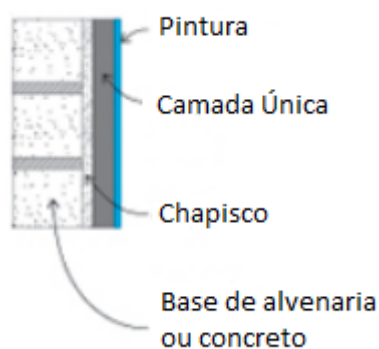


Fonte: Adaptado Costa (2014).

2.2.2.4 Camada Única

Esse revestimento é composto de um único tipo de argamassa em que é aplicado ao substrato. Sobre ele é aplicado uma camada decorativa, como, a pintura. Popularmente esse revestimento recebe o nome de “massa única” ou “reboco paulista”, sendo atualmente a alternativa mais empregada nas construções (COSTA, 2014).

Figura 4 - Ilustração do revestimento em camada única



Fonte: Adaptado Costa (2014).

Na seção 2.3 estão abordados e detalhados os materiais utilizados na mistura da argamassa, na qual são responsáveis por sua produção e caracterização. Para cada elemento há considerações e finalidades no desempenho. Torna-se fundamental conhecer cada função, uma vez que essas matérias-primas são responsáveis pelo comportamento do elemento final.

2.3 Constituição da argamassa

A constituição básica das argamassas de revestimento é dada por areia, água e aglomerantes, tais como cimento e/ou cal. Ainda em sua composição, pode constituir aditivos, em que normalmente são inseridos com o intuito de melhorar características e propriedades específicas (JUNIOR, 2004). No caso da argamassa industrializada esses materiais já são dosados e selecionados na fábrica (SILVA, 2006).

2.3.1 Cimento

O cimento é um dos compostos aglomerantes das argamassas. Responsável pela ligação das partículas soltas e por suas propriedades mecânicas (SILVA, 2006).

Além disso, definido como ligante hidráulico, reage com água e resulta na hidratação inicial e consequentemente na rigidez da mistura (METHA e MONTEIRO, 2008). Dentre os aglomerantes hidráulicos, o cimento Portland é o mais empregado na produção de argamassas no Brasil, uma vez que as reações de hidratação, antes e após o processo resultam no endurecimento e na resistência à água, respectivamente (JUNIOR, 2004).

Segundo Silva (2006) o tipo de cimento, conforme Quadro 3, e suas características físicas influenciam na qualidade e desempenho dos revestimentos, principalmente no que está relacionado ao módulo de finura, tempo de pega e resistência mecânica.

Quadro 3 - Composição dos cimentos Portland

Tipo de cimento	Classe de resistência (Mpa)	Composição (% em massa)			
		Clínquer + Sulfatos	Escória	Pozolana	Material Carbonático
CPI (NBR 5732/91)	25-32-40	100	-	-	0
CPI-S (NBR 5732/91)	25-32-40	99 – 95	-	-	1 - 5
CPII E (NBR 11578/91)	23-32-40	94 – 56	6 – 34		0 – 10
CPII-Z (NBR 11578/91)	25-32-40	94 – 76		6 – 14	0 – 10
CPII-F (NBR 11578/91)	25-32-40	94 – 90			6 – 10
CPIII (NBR 5735/91)	25-32-40	65 – 25	35 – 70		0 – 5
CPIV (NBR 5238/91)	25-32	85 – 45		15 – 50	0 – 5
CPV-ARI (NBR 5733/91)	-	100 – 95			0 – 5

Fonte: Adaptado de Muniz (2008).

Ainda segundo Silva (2006), a finura é um dos parâmetros mais significativos na resistência, uma vez que o aumento da finura dos cimentos resulta em um aumento da atividade superficial das partículas de hidratação. Enquanto isso, a pega do cimento está diretamente relacionada ao desenvolvimento das reações de

hidratação após a interação com a água, caracterizada pelo enrijecimento da pasta até o completo endurecimento do cimento. Já a resistência mecânica, sabemos que o uso de cimento com elevadas dosagens provoca altas resistências mecânicas e conseqüentemente aumento no módulo de elasticidade, podendo ser prejudicial, uma vez que não torna-se compatível com as deformações da cerâmica e da base.

2.3.2 Cal

Quanto à cal, a NBR 6453 (ABNT, 2003), define como um material obtido pela calcinação de carbonatos de cálcio e/ou magnésio, em que sua constituição dá-se essencialmente de uma mistura de óxido de cálcio e óxido de magnésio. Segundo JUNIOR (2004), a cal é um aglomerante que desenvolve seu endurecimento transformando a cal em carbonato de cálcio, por fixação do gás carbônico existente no ar.

Podemos ainda ter dois tipos distintos: a cal hidratada e a cal virgem. Segundo Bauer (2000) cal hidratada possui algumas vantagens de manuseio, transporte e armazenamento se comparada a cal virgem. É um material seco e pulverulento, e por isso, oferece maior facilidade na elaboração das argamassas que a cal virgem.

Uma argamassa em que há somente a presença de cal, está desempenha o papel de aglomerante, assim contribuindo para trabalhabilidade e capacidade de absorver deformações, porém reduz as propriedades de resistência mecânica e de aderência (SILVA, 2014).

2.3.3 Areia

Segundo a NBR 9935 (ABNT, 2011) areia é um agregado miúdo com origem em processos naturais, chamada de areia natural ou de origem artificiais, conhecida como areia artificial, proveniente de processo industrial. Ambas são oriundas da desintegração de rochas.

A NBR 7211 (ABNT, 2009) ainda reforça que agregado miúdo é o agregado, na qual, os grãos passam pela peneira com abertura de malha de 4,75 mm e ficam retidos na de 150 µm, conforme pode ser verificado no Quadro 4.

Quadro 4 - Limites granulométricos de agregado miúdo

Peneira ABNT	Porcentagem, em peso, retida acumulada na peneira ABNT			
	Zona 1 (muito fina)	Zona 2 (fina)	Zona 3 (média)	Zona 4 (grossa)
9,5 mm	0	0	0	0
6,3 mm	0 a 3	0 a 7	0 a 7	0 a 7
4,8 mm	0 a 5	0 a 10	0 a 11	0 a 12
2,4 mm	0 a 5	0 a 15	0 a 25	5 a 40
1,2 mm	0 a 10	0 a 25	10 a 45	30 a 70
0,6 mm	0 a 20	21 a 40	41 a 65	66 a 85
0,3 mm	50 a 85	60 a 88	70 a 92	80 a 95
0,15 mm	85 a 100	90 a 100	90 a 100	90 a 100

Fonte: Oliveira (2007).

Para Junior (2004), o teor de areia está diretamente relacionado à resistência de aderência, uma vez que, com o aumento do teor de areia há uma redução na resistência de aderência, porém por constituir-se como corpo indeformável da massa é ela quem garante a durabilidade da aderência, por meio da redução da retração.

2.3.4 Água

Outro elemento de composição da argamassa é a água. Esse é o elemento responsável para que a mistura torne-se trabalhável, facilitando no transporte, lançamento e adensamento. Além disso, é através dela que ocorrem as reações com o cimento, e se em excesso ela mantém-se na argamassa até evaporar, deixando pequenas bolhas. Logo, quanto maior for a quantidade de H₂O existente, maior será o número de vazios, e assim tende-se a ser uma mistura menos resistente (AMORIM, 2010).

Ruduit (2009) destaca, dentre as importâncias da água no processo, a relação com o substrato, ou seja, em substratos de alta absorção haverá insuficiência de

água, o que por sua vez não resulta na completa hidratação do cimento e consequentemente torna a área de contato entre as faces como uma zona frágil. Por outro lado, um substrato com baixa absorção, resulta em um acúmulo de água na interface, tornando-se uma zona porosa e, portanto, mais frágil.

2.3.5 Aditivos

Esse material é empregado em argamassas com o intuito de modificar certas características tanto no estado fresco, como endurecido (MUNIZ, 2008). Santos (2008), designa ainda, aditivo como um produto químico que é adicionado ao traço da argamassa a fim de melhorar suas características quanto a plasticidade, tempo de uso, resistência mecânica, impermeabilidade, aparência e durabilidade.

Ainda segundo Santos (2008) os principais aditivos utilizados na argamassa são os seguintes:

- a) Incorporadores de ar: embora melhorem a plasticidade, adesão inicial e aumentam a retenção de água, esse tipo de aditivo também reduz as resistências à compressão, flexão e aderência;
- b) Plastificantes: são responsáveis, principalmente, por melhorar a trabalhabilidade das argamassas;
- c) Retentores de água: diminuem a absorção de água pelo substrato, evaporação e exsudação de água da argamassa fresca;
- d) Retardadores de pega: como o próprio nome remete, retardam o início da hidratação do cimento;
- e) Adesivos: proporcionam aderência química com o substrato;
- f) Hidrofugantes: reduzem a absorção de água da argamassa, sem impedir a troca de gases com o meio;
- g) Impermeabilizantes: reduzem a permeabilidade, porém não garantem a impermeabilização total devido suas falhas quando ocorrem novas fissuras no revestimento.

Na seção 2.4 serão destacadas as funções do revestimento de argamassa, a fim de compreender sua finalidade e sua real importância, visto que todo sistema deve desempenhar uma atividade.

2.4 Função do revestimento

Tratando-se das condições exigidas para as argamassas utilizadas em revestimentos, à norma brasileira NBR 7200 (ABNT, 1998), descreve para revestimentos externos são exigidos resistência às intempéries e grau de permeabilidade ao vapor de água compatível. Enquanto os revestimentos internos devem oferecer uniformidade das características superficiais, além de serem permeáveis ao vapor de água, possuir absorção capilar e serem aptos a receber o acabamento final.

Segundo Sernagila (2015) além da função de regularizar a superfície para receber o acabamento final, o revestimento interno em argamassa contribui diretamente para o isolamento termo acústico, garante a estanqueidade, e o aumento da resistência da parede.

Para Leggerini (2011) as principais funções que os revestimentos de argamassa devem cumprir são:

- a) Proteger os elementos de vedação da edificação da ação direta dos agentes agressivos.
- b) Auxiliar das vedações nas suas funções de isolamento térmico e acústico, estanqueidade à água e gases.
- c) Regularizar a superfície dos elementos de vedação, servindo de base regular para outro revestimento ou constituir-se no acabamento final.
- d) Contribuir para a estética de vedações e fachadas, logo, não é dever do revestimento eliminar imperfeições da base advindas da falta de cuidado.

De forma geral, os revestimentos de argamassas possuem funções muito básicas e genéricas, conforme descritas acima, por isso, há a necessidade de parâmetros e critérios técnicos que traduzam essas funções em dados de valores e faixas que possam ser compiladas e ensaiadas (SILVA, 2006).

Por outro lado, para poder cumprir suas funções, os revestimentos de argamassa devem possuir algumas propriedades nos estados fresco e endurecido. Além disso, as propriedades das argamassas para revestimento dependem das características dos materiais constituintes, da proporção entre os mesmos e do processo de mistura e execução do revestimento, assim como podem interferir a natureza da base e as condições do meio ambiente (COSTA, 2005).

Ademais, ligado às funções dos revestimentos de argamassa, precisamos considerar seu desempenho ao longo do tempo. Conforme descrito por Cincotto, Silva e Cascudo (1995), podemos dividi-las em dois parâmetros: efeitos extrínsecos em que estão relacionados às ações do meio ambiente, como chuva, temperatura, umidade e vento e os efeitos intrínsecos, que referenciam às propriedades dos materiais, como atrito entre materiais, os componentes e o sistema.

No Quadro 5 é possível identificar o tipo da argamassa, com sua respectiva função, interligando aos requisitos principais de cada camada.

Quadro 5 - Principais requisitos e funções das argamassas

Tipo da argamassa	Função	Principais requisitos
Chapisco	Garantir aderência entre a base e o revestimento	Aderência
	Contribuir com a estanqueidade da vedação	
Emboço ou camada única	Proteger a alvenaria contra a ação do intemperismo	Trabalhabilidade
		Baixa retração
		Baixa permeabilidade
	Regularizar a superfície dos elementos de vedação para receber acabamento decorativo	Aderência
		Capacidade de absorver deformações
		Resistência mecânica

Fonte: (Costa, 2014).

Na seção 2.5 estão elencadas de forma breve, as diferentes formas de classificar as argamassas. Faz-se necessário distingui-las, uma vez que a diversidade quanto a forma da argamassa é ampla. Destaca-se principalmente neste bloco as formas de disposição das argamassas.

2.5 Classificação da argamassa de revestimento

Para garantir o desempenho e a durabilidade dos revestimentos, a fim de reduzir falhas, torna-se necessário ter conhecimento sobre a relação dos fatores que estão inclusos no processo (SILVA, 2006).

Conforme descrito por Ceotto *et. al* (2005), a escolha da argamassa que será utilizada na obra deve ser analisada pelas diretrizes propostas pelo projetista e apresentadas em projeto de revestimento, no caso de argamassas industrializadas, deve ser seguido conforme os dados de desempenho fornecidos pelo fabricante e deve-se realizar testes nas condições reais da obra, através do uso de painéis protótipos.

Dessa forma, o autor destaca ainda, que independente da argamassa escolhida, seja ela em obra ou industrializada, faz-se necessário um estudo detalhado de todos os fatores que poderão intervir na produtividade e qualidade do trabalho, por isso cuidados com o armazenamento, local de produção, interferência no fluxo e recebimento de materiais, controle de produção, aplicação e funcionamento dos equipamentos são relevantes para o bom andamento da obra.

Com a atualização da NBR 13281 em 2005, uma nova classificação para argamassas de assentamento e revestimento de paredes e tetos desenvolveu-se e são determinados pelos métodos de ensaio de resistência à compressão, densidade de massa aparente no estado endurecido, resistência à tração na flexão, coeficiente de capilaridade, densidade de massa no estado fresco, retenção de água e resistência potencial de aderência à tração (SILVA, 2006).

2.5.1 Argamassa preparada em obra

A argamassa preparada *in loco* é uma argamassa produzida e misturada na própria obra, podendo ser mista ou simples, cujos materiais são medidos em volume ou massa, conforme descrito pela NBR 13529 (ABNT, 1995).

Sergagila (2015) ressalta ainda a necessidade de definir alguns fatores, dentre eles o tipo de substrato que será aplicado, as condições de exposição, o tipo de acabamento que será inserido, as condições de produção, espaço disponível para armazenamento, leiaute adequado, assim como o custo necessário, antes da mistura ser preparada. Além disso, fazer testes para comprovar que o traço atenda a necessidade exigida é primordial.

2.5.2 Argamassa industrializada

Ainda referente à NBR 13529 (ABNT, 1995) e diferentemente da argamassa *in loco*, a industrializada provém de uma instalação própria com dosagem controlada. Compõe-se de aglomerantes de origem mineral, agregados miúdos e, eventualmente aditivos e adições em estado seco e homogêneo, na qual o usuário apenas necessite adicionar uma determinada quantidade de água, já definida, e realizar a mistura.

2.5.3 Argamassa estabilizada

Na década de 70 surgiram as argamassas estabilizadas, definidas como argamassas dosadas em centrais, misturadas e transportadas em caminhões betoneiras, na qual, chegam à obra prontas para uso. Esse tipo de argamassa é capaz de ser armazenadas por até três dias, sem ocorrer alterações em suas características (MATOS, 2013).

Matos (2013) ainda ressalta que a maior diferença dessa argamassa estabilizada para as argamassas industrializadas ou preparadas em obras é a adição de aditivos estabilizadores de hidratação, assim como aditivos incorporadores de ar, uma vez que normalmente essa argamassa não contém cal, por isso para promover uma melhor trabalhabilidade e acabamento das misturas, papel promovido usualmente pela cal, usa-se esses aditivos.

Na seção 2.6 estão abordados controles e cuidados básicos do recebimento, armazenamento e uso dos materiais. Observações necessárias para que estes se mantenham adequados e bem organizados para o desenvolvimento do revestimento.

2.6 Controle de materiais

Cuidados quanto ao uso da argamassa quando está for industrializada, está no controle dos fabricantes em instruir a equipe técnica da obra e a mão de obra para que sejam atendidas as recomendações de preparo, aplicação e rendimento de produto, garantindo, assim, o desempenho esperado. Quando argamassa preparada em obra, estas instruções ficam a cargo do projetista (MATOS, 2013).

Milito (2001), ressalta o controle quanto às superfícies, em que um fator importante refere-se ao preparo, na qual precisam estar perfeitamente desempenadas, limpas, prumadas, ou niveladas e com textura uniforme para receber o revestimento argamassado.

Ademais, o controle do recebimento de materiais, além de ser aconselhado para averiguar se o material recebido está de acordo com o solicitado e nas quantidades certas é pré-requisito para a qualidade da argamassa (SILVA, 2006).

Na seção 2.7 estão apresentadas as propriedades do revestimento de argamassa, destacando principalmente propriedades no seu estado fresco e endurecimento, visto que são dois parâmetros de suma importância para análises de ensaios.

2.7 Propriedades das argamassas de revestimento

As propriedades físico-mecânicas das argamassas podem ser divididas em dois patamares, um de natureza adesiva, em que refere-se à capacidade da argamassa aderir-se ao substrato, promovendo assim, a resistência de aderência. A segunda de natureza aglomerante, ou seja, a argamassa promove uma consolidação interna, ligação entre o aglomerante e o agregado, nessa etapa desenvolvem-se as demais propriedades físico-mecânicas, como a resistência à compressão, à tração, permeabilidade e a capacidade de absorver deformações (JUNIOR, 2004).

2.7.1 Propriedades no estado fresco

Avaliar as propriedades das argamassas no estado fresco torna-se significativo, pois através de suas propriedades, podemos obter um melhor acabamento, além de proporcionar maior facilidade de transporte e aplicação (SOUZA, 2013).

Segundo Carasek (2007), “trabalhabilidade é a propriedade das argamassas no estado fresco que determina a facilidade com que elas podem ser misturadas, transportadas, aplicadas, consolidadas e acabadas em uma condição homogênea. A trabalhabilidade é uma propriedade complexa, resultante da conjunção de diversas outras propriedades, tais como: consistência, plasticidade, retenção de água, coesão, exsudação, densidade de massa e adesão inicial”.

Visto isso, à aderência inicial é uma das características que proporciona a argamassa uma capacidade para ancorar na superfície da base através da penetração da pasta nos poros e que resulta no endurecimento gradativo da pasta (SANTOS, 2008). Lembrando que após sua aplicação, a argamassa não pode desprender, deve fixar-se imediatamente, permitir o espalhamento, unir-se entre os materiais e principalmente, deve-se controlar a retração plástica, para que assim não ocorram fissuras no revestimento (COSTA, 2014).

Da mesma forma, a retenção de água é característica que designa a capacidade da argamassa em reter água contra a sucção da base. Essa relação permite um endurecimento gradativo e conseqüentemente, promove uma adequada hidratação do cimento, assim, tendo um maior ganho de resistência à argamassa (SANTOS, 2008).

Ainda, como propriedade da argamassa no estado fresco, destacam-se a consistência e plasticidade, sendo a primeira um termo que refere-se à prevenção da segregação, tanto no transporte como no agarramento à colher de pedreiro durante a aplicação. Após esse contato, a argamassa deve resistir às deformações que a gravidade e o peso próprio geram. Quanto à plasticidade, da mesma forma que a consistência, ela é influenciada pelo teor de ar incorporado, teor de água, natureza e teor do aglomerante (DO Ó, 2004).

Além disso relacionam-se ao estado fresco da argamassa, características como, a massa específica e o teor de ar incorporado, na qual a massa específica varia conforme o teor de ar inserido, principalmente se for incorporado aditivo. Isso acontece devido à massa específica ser uma relação entre a massa de argamassa e o seu volume (JUNIOR 2004).

Por sua vez, o teor de ar é equivalente à quantidade de ar existente em um determinado volume de argamassa, ou seja, os vazios presentes na argamassa são denominados de ar aprisionado, ou mesmo incorporado e dependem diretamente da distribuição granulométrica e do empacotamento das partículas mais finas da mistura (DO Ó, 2004).

2.7.2 Propriedades no estado endurecido

No estado endurecido, a principal propriedade da argamassa é ter aderência. Essa capacidade de adesão da argamassa ao substrato deve ser capaz de resistir às tensões normais e tangenciais que ocorrem em contato com a base. Ela dependerá do tipo da base e sua limpeza, do modo como o revestimento será executado e das propriedades da argamassa no estado fresco (SERNAGLIA, 2015).

Além disso, as argamassas no estado endurecido devem ter capacidade de absorção e deformação, ou seja, são responsáveis por absorver as tensões, carecendo suporta-las sem apresentar rupturas ou deformações que comprometam as principais características do revestimento, como, sua estrutura, aderência, estanqueidade e durabilidade (JUNIOR, 2004).

Segundo Junior (2004) outra característica importante é a retração. Esse processo ocorre por dois motivos: devido a uma rápida e acentuada perda de água de amassamento e pelas reações na hidratação dos aglomerantes, fatores que acendem o aparecimento de fissuras nos revestimentos. Destaque para as argamassas ricas em cimento, uma vez que essas apresentam maiores disponibilidades para o aparecimento de fissuras durante a secagem.

Também referente à argamassa no estado endurecido, temos a permeabilidade. Tal propriedade está relacionada à estanqueidade do sistema, ou seja, é a capacidade da argamassa de adentrar água na sua camada. Porém, se o revestimento apresentar fissuras ou descolamento, não adiantará uma argamassa de baixa permeabilidade à água, uma vez que a umidade infiltrará e trará prejuízos a estrutura (COSTA, 2014).

Por último e de suma importância, é a durabilidade, essa propriedade da argamassa é responsável por resistir aos ataques de agentes agressivos, mantendo com o decorrer do tempo e da sua utilização, características inalteradas. Fissuras, elevada espessura e proliferação de microrganismos, são fatores que prejudicam a durabilidade do revestimento. Para que isso não ocorra e para que o revestimento desempenhe seu papel conforme o esperado, deve-se fazer uso de materiais de qualidade, a fim de obter-se uma boa argamassa e realizar manutenções periódicas (SERNAGLIA, 2015).

Na última seção, 2.8, estão elencados dois tipos de aderência, a influência da cura e de diferentes substratos no processo e também as patologias que englobam esse assunto. Necessários, pois aderência é uma das principais características que um revestimento de argamassa deve apresentar, além de que, esse é um dos tópicos que mais possuem casos de patologias.

2.8 Aderência das argamassas aos substratos

A aderência do sistema argamassa e substrato não é resultado de um mecanismo simples e sim, depende de uma conjunção de efeitos com graus de importância variados (GONÇALVES, 2004). A avaliação dessa aderência de revestimento possui finalidades diversas, que vão desde uma comparação de diferentes traços de argamassa até diagnósticos de problemas patológicos (ARAÚJO 1995).

De acordo com Santos (2008), os fatores que influenciam na aderência da argamassa sobre uma base porosa estão ligados as condições climáticas (temperatura e vento), a execução (energia de impacto, projeção mecanizada, limpeza, preparo da base e cura), substrato (sucção de água, rugosidade e porosidade) e argamassa (reologia, adesão inicial e retenção de H₂O).

2.8.1 Tipos de aderência

A aderência segundo NBR 13528 (ABNT, 1995), é a propriedade do revestimento responsável por resistir às tensões normais ou tangenciais atuantes na interface com o substrato.

Santos (2008) ressalta dois tipos específicos de aderência: aderência mecânica e aderência química.

Dessa forma, o autor as diferencia definindo aderência mecânica como o processo em que a pasta de argamassa penetra nos poros ou entre a rugosidade da base de aplicação, resultando em um engaste entre as partículas do substrato e da argamassa.

Por outro lado, a aderência química é definida como a aderência ligada a introdução de aditivos adesivos, podendo ser a base de PVA, polímeros ou resinas. Este elemento apresenta-se como opção para revestimentos que possuem uma

base porosa, rugosa e com uma absorção de água incompatível com o sistema (SANTOS 2008).

2.8.2 Influência da cura na aderência

Um fator interveniente no desempenho do revestimento está ligado às condições de cura dos elementos, ou seja, tratando-se de materiais a base de cimento, o processo de cura depende do tempo, procedimento e das condições adequadas para a hidratação do cimento (MOURA, 2007).

Assim, ainda segundo o autor é nesse parâmetro que surge uma das principais preocupações ligadas a cura, visto que, embora haja procedimentos para a realização adequada desse processo, estas ainda dependerão de fatores incontroláveis, tais como as condições ambientais, principalmente relacionadas ao efeito da umidade do ar, a temperatura e ao efeito de ventilação.

2.8.3 Influência dos diferentes substratos na aderência

Quanto a diferenças entre substratos, em geral, os tijolos cerâmicos possuem boa aderência e os blocos de concreto demandam menor tempo de assentamento e revestimento, economizando mão de obra, além de consumirem menos quantidade de argamassa de assentamento, apresentam melhor acabamento e são mais uniformes (MARINOSKI, 2011).

Assim, outra dificuldade encontrada entre o contato da argamassa e a base está diretamente relacionada com as superfícies dos substratos, uma vez que, substratos com porosidade excessiva, como blocos cerâmicos, prejudicam a aderência devido à elevada perda de água da argamassa aplicada. Por outro lado, materiais como estruturas de concreto, além de possuírem superfícies lisas, são pouco porosos, logo desfavorecem a aderência, visto que dificultam o transporte de água e produtos de hidratação aos poros da base (RUDUIT, 2009).

2.8.4 Manifestações patológicas

De modo geral, o problema mais grave que um revestimento de argamassa pode apresentar é a sua perda de estabilidade, fato que ocorre devido à falha de aderência com a base. Essa ocorrência pode gerar deslocamentos que, quando ocorridos na face externa de uma fachada, pode danificar o patrimônio e recursos localizados no entorno, mas, sobretudo, colocar em risco a segurança de pessoas que estejam próximas ao local (RUDUIT, 2009).

Porém, nos últimos tempos, vários relatos relacionados a manifestações patológicas em revestimentos de argamassa destacaram-se. Fatores como estocagem mal realizada ou equipamentos inadequados na hora da preparação da argamassa podem gerar contaminação entre os materiais e isso resultará em falhas no sistema. Além disso, fatores como má qualidade dos materiais e a mão de obra desqualificada, ocorrem com mais frequência nas obras sem controle e são cruciais para conceber ocorrências patológicas (COSTA, 2013).

Ainda segundo o autor, em geral as patologias dividem-se em quatro grupos: as congênitas que originam-se ainda na fase de projeto; as construtivas, relacionadas a execução da obra; as adquiridas, que ocorrem durante a vida útil da estrutura, destaque especial para o deslocamento, fissuras e esfarelamento do revestimento e por fim, as acidentais que designam-se como um fenômeno atípico.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo apresenta-se a metodologia aplicada na fase experimental da pesquisa, a fim de fundamentá-la para alcançar os objetivos propostos no trabalho, assim como a natureza do estudo e técnicas de coleta e análise de dados. Para que o estudo ocorra com êxito será organizado com auxílio da bibliografia literária.

3.1 Metodologia da pesquisa

Segundo Prodanov e Freitas (2013), a metodologia é responsável pela construção do conhecimento através da aplicação de procedimentos e técnicas, com intuito de compreender e avaliar os vários métodos disponíveis para realização de uma pesquisa acadêmica. Além disso, possibilita a coleta e processamento de informações, a fim de chegar à resolução de questões a serem investigadas.

Para Figueiredo e Souza (2011), o método científico ou a metodologia, designa um conjunto de regras para o desenvolvimento de um determinado estudo, sendo, portanto, uma trajetória do início ao fim, compondo etapas, de modo a obter-se um resultado.

Da mesma forma, caracteriza-se como uma formação organizada dos diversos procedimentos, compondo uma organização sistemática dos princípios racionais e dos passos que orientam uma investigação científica (FIGUEIREDO e SOUZA, 2011).

Na seção 3.2 será apresentada a definição de pesquisa científica, assim como a abordagem utilizada, a classificação quanto à natureza da pesquisa, os objetivos e o programa experimental para o desenvolvimento dos testes, através de combinações, de etapas e ensaios a serem desenvolvidos.

3.2 Pesquisa científica

A pesquisa é um processo racional e sistemático que proporciona respostas aos problemas que são propostos, utilizando métodos científicos até chegar aos resultados. Quanto ao projeto de pesquisa, o autor ainda afirma que este, envolve a formulação de problemas, a especificação de seus objetivos, apresenta uma justificativa, além de construir hipóteses e chegar a operacionalidade, através da coleta e análise de dados (GIL, 2002).

3.2.1 Classificação quanto a abordagem da pesquisa

Segundo Prodanov e Freitas (2013), em uma pesquisa quantitativa realiza-se uma análise englobando fatores da natureza dos dados coletados, da extensão da amostra, dos instrumentos utilizados e os parâmetros teóricos que direcionam a investigação. Posteriormente a coleta de dados, procede-se à análise quantitativa dos dados para, em seguida, formular as possíveis conclusões.

Da mesma forma, de acordo com Gil (2008), uma pesquisa quantitativa dá-se com base na utilização de testes estatísticos, possibilitando determinar, em termos numéricos, a probabilidade de acerto de determinada conclusão, bem como a margem de erro de um valor obtido.

Nesse sentido, este estudo condiz a uma abordagem quantitativa, visto que os procedimentos estatísticos, fornecem grande suporte às conclusões obtidas, sobretudo, mediante a experimentação e a observação.

3.2.2 Classificação quanto aos objetivos

Gil (2010) afirma que toda pesquisa possui objetivos e que estes, tendem a divergir conforme a investigação que desejasse. Assim, os estudos podem ser classificados como exploratórios, explicativos e descritivos.

Segundo Selltiz, Wrightsman e Cook (1965), para designar-se como um estudo exploratório, a pesquisa deve buscar descobrir ideias e intuições, a fim de adquirir maior conhecimento do conteúdo estudado.

Ainda segundo os autores, essa pesquisa possibilita um aumento no conhecimento do pesquisador, criando novas hipóteses e realizando pesquisas ainda mais estruturadas.

Para Malhotra (2001), utiliza-se a pesquisa exploratória em casos em que deseja determinar o problema com maior precisão, na qual o objetivo é ordenar critérios e compreensão. Quanto às certificações dão-se experimentalmente e o resultado é seguido de pesquisas exploratórias ou ainda conclusivas.

Visto isso, pelas características descritas anteriormente, o presente trabalho será desenvolvido de maneira a responder os objetivos através de uma pesquisa exploratória, uma vez que, pretende-se adquirir maior conhecimento e encontrar resultados para as diferentes argamassas em estudo.

Para tanto, foi necessária uma investigação em campo, com profissionais da construção, a fim de identificar as variáveis de aplicação e composição das argamassas de revestimento e um estudo da literatura, para averiguar os procedimentos de ensaios e equiparar com os resultados.

3.2.3 Pesquisa científica quanto a coleta e análise de dados

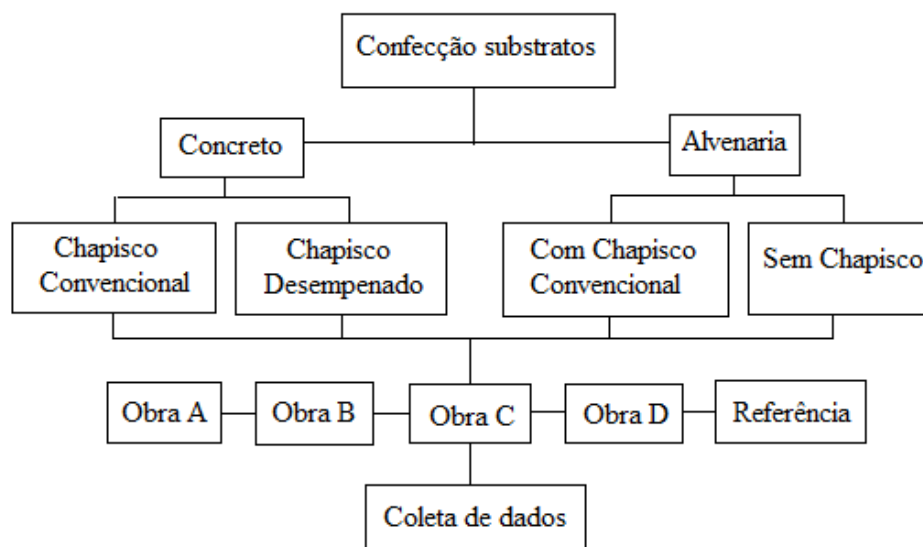
Como Prodanov e Freitas (2013) remetem-se, os métodos de procedimento, são procedimentos técnicos, na qual um pesquisador segue, dentro de uma específica área de conhecimento, na qual determinarão os passos utilizados tanto para coleta de dados como para análise do estudo.

Através deste processo é possível obter uma orientação e precisão para realização da objetividade da pesquisa, principalmente no que refere-se à obtenção, processamento e validação dos dados investigados (GIL, 2008).

Dessa forma, elaborou-se um programa experimental, dividido em duas partes. Na primeira foi definido como foram executados os substratos e suas respectivas aplicações de revestimento, na segunda foi desenvolvido o planejamento para a análise dos dados.

Portanto, na Figura 5 pode ser observado as combinações e aplicações necessárias de cada material, conforme cada base de aplicação, de maneira a estruturar a pesquisa, desde a confecção dos substratos até a coleta dos dados.

Figura 5 - Produção de testes para coleta de dados



Fonte: Adaptado de Quivy e Campenhoudt (2005).

Já na Figura 6 é possível observar as obras designadas para o estudo.

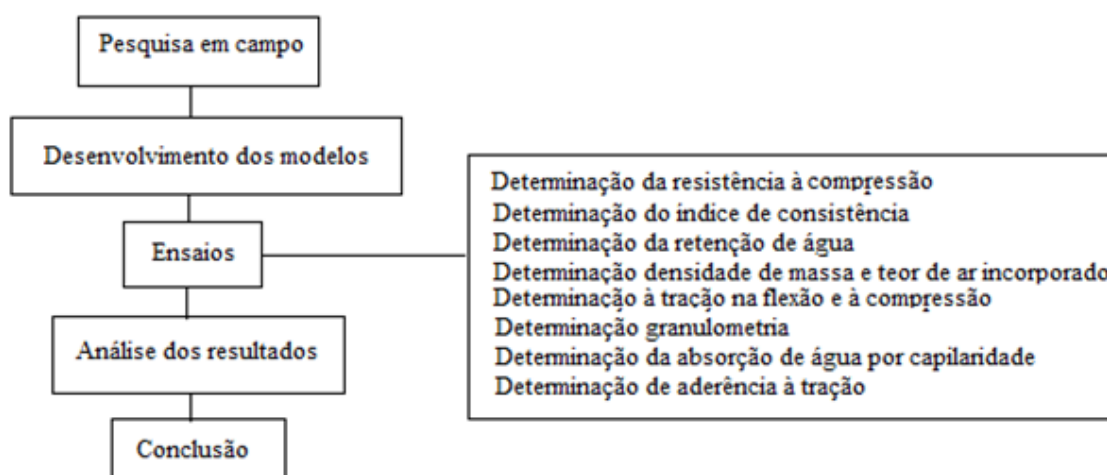
Figura 6 - Obra A (a), Obra B (b), Obra C (c) e Obra D (d)



Fonte: Da autora (2017).

Para o desenvolvimento da análise de dados, primeiramente averiguou-se os métodos aplicados pelas empresas da cidade em estudo, para posteriormente aplica-los nas bases e realizar os ensaios determinados para conclusão do estudo, conforme descrito pela Figura 7. Enquanto a metodologia de execução do estudo, se encontra melhor detalhada no capítulo 4.

Figura 7 - Planejamento análise de dados



Fonte: Da autora (2017).

A determinação e procedimento de cada ensaio estão dispostos em normas a qual o laboratório da Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES) dispõe e por isso, foram disponibilizadas com o intuito de auxiliar na pesquisa. Encontram-se melhor detalhadas no capítulo a seguir em que está disposto materiais e métodos utilizados.

Quadro 6 - Caracterização do ensaio e norma correspondente

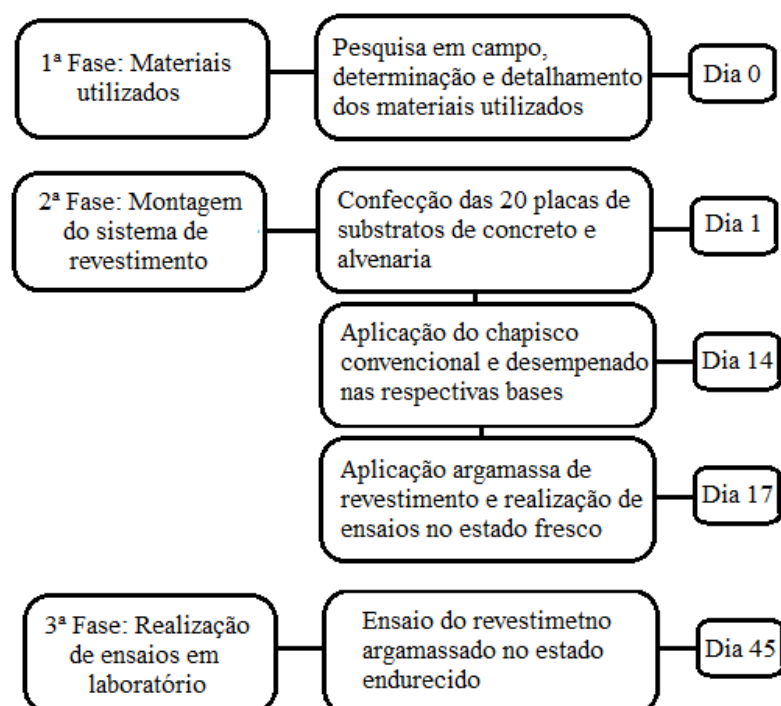
Aplicação	Ensaio	Norma
Substrato	Determinação da resistência à compressão	ABNT NBR 5739/1994
Estado fresco	Determinação do índice de consistência Determinação da retenção de água Determinação densidade de massa e do teor de ar incorporado	ABNT NBR 13276/2016 ABNT NBR 13277/2005 ABNT NBR 13278/2005
Estado endurecido	Resistência à tração na flexão e à compressão Resistência de aderência à tração Absorção de água por capilaridade Caracterização dos materiais	ABNT NBR 13279/2005 ABNT NBR 13528/2010 ABNT NBR 15259/2005

Fonte: Da autora (2017).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse capítulo são detalhados os materiais empregados para a realização da mistura e uma sequência do processo de obtenção e caracterização do sistema de revestimento. Dessa maneira, dividiu-se o estudo em três fases, na qual, inicialmente é abordado os materiais envolvidos para completa realização do estudo, posteriormente apresenta-se a montagem do sistema de revestimento de argamassa, explicando a execução das placas ensaiadas e as aplicações em cada superfície e por fim, os ensaios que dar-se-ão para obtenção dos resultados.

Figura 8 - Descrição de períodos e etapas com dias acumulados

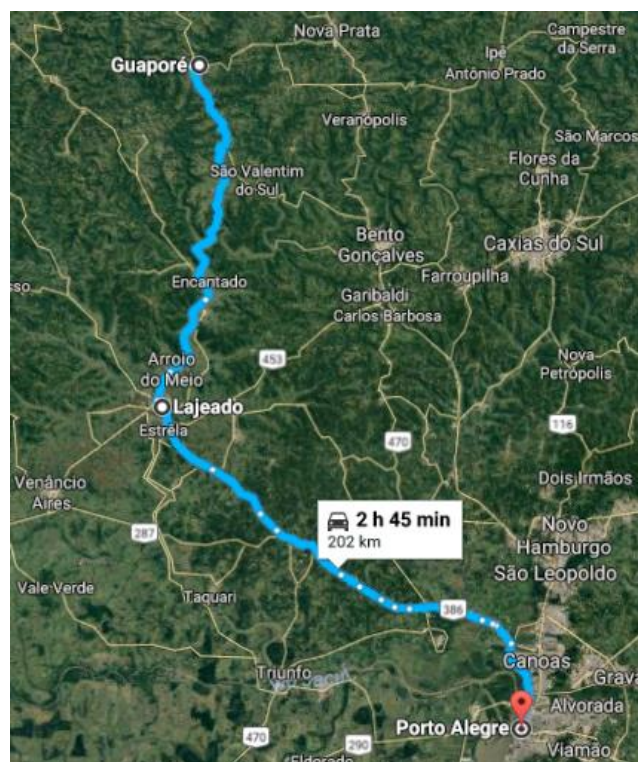


Fonte: Da autora (2017).

4.1 Materiais utilizados

Os materiais empregados para a realização do estudo dos quatro traços, são provenientes da cidade de Guaporé/RS, distante aproximadamente 190 quilômetros da capital do estado que é Porto Alegre. Para o traço referencial, utilizou-se os materiais do laboratório da Universidade.

Figura 9 - Visão aérea da localização da cidade de Guaporé/RS



Fonte: Google Earth (2017).

4.1.1 Substratos

Para confecção dos substratos utilizou-se os materiais disponíveis no LATEC, laboratório da UNIVATES.

Dessa forma, para montagem da base de concreto, foi utilizado o cimento CPIV, como agregado miúdo empregou-se a areia média e como agregado graúdo, brita 1, além do aditivo plastificante multidosagem.

Quadro 7 - Traço substrato de concreto

Traço em massa				
Cimento	Areia	Brita	Água/cimento	Aditivo plastificante
1,00	1,65	2,08	0,44	0,008

Fonte: Adaptado de Longhi (2012).

Para confecção da mini parede de alvenaria, utilizou-se o tijolo maciço, cujas dimensões são (5,5 x 11,5 x 24 cm), característico da construção convencional, utilizado para vedação. Quanto ao assentamento optou-se por utilizar argamassa polimérica/sintética. Seu fabricante apresenta nas composições resinas especiais, cargas minerais, água e aditivo.

4.1.2 Argamassa de chapisco

Para mini parede de alvenaria adotou-se preparação da base com e sem chapisco convencional e para a placa de concreto variou-se entre chapisco convencional e desempenado, realizado com cada um dos traços de argamassa de revestimento. Assim, a aplicação do chapisco foi realizada nas 10 placas, 5 convencional e 5 desempenado de concreto e em 5 placas de cerâmica.

Para realização do chapisco convencional, fez-se uso do material recolhido em cada obra e para execução do desempenado, aplicou-se junto da mistura a argamassa adesiva, designada como chapisco colante quartzolit, conforme proporção disponibilizada pelo fabricante.

4.1.3 Argamassa de revestimento

Foram utilizados cinco traços para realização da argamassa de revestimento. Assim como mencionado anteriormente, os materiais utilizados são provenientes da cidade de Guaporé/RS e foram identificados como obra A, B, C e D.

Dessa forma, o cimento utilizado foi CPIV e CPV, também conhecido como Cimento *Portland* pozolânico e Cimento *Portland* de alta resistência inicial, respectivamente, utilizado na quantidade obtida pelo traço atribuído a cada obra.

A cal foi disponibilizada em sacos, de 20 kg, definida conforme o traço. A que será empregada na mistura, fornecida e utilizada pelas duas obras em estudo foi a cal hidratada extra e cal virgem.

A areia que utilizou-se é extraída do rio Jacuí, na qual sua nascente localiza-se a menos de 900 metros da nascente do rio Guaporé. Sua classificação, está determinada pelo ensaio de peneiramento, no item 4.3.4.1.

Figura 10 - Areias utilizadas e ensaiadas



Fonte: Da autora (2017).

Após apontar os materiais utilizados na pesquisa, na seção 4.2 serão abordadas as etapas realizadas para montagem do sistema de revestimento, para posteriormente detalhamento e realização dos ensaios.

4.2 Montagem do sistema de revestimento

O estudo contemplou um sistema de revestimento composto por dois tipos de substratos, aplicados sobre quatro variações e utilizando cinco traços diferentes, descritos na ordem cimento, cal e areia, respectivamente. Buscou-se informações e conhecimentos dos revestimentos aplicados na cidade de Guaporé/RS para chegar nas delimitações da pesquisa (QUADRO 8). E, para escolha do traço referência, utilizou-se parâmetros estabelecidos pelo estudo de Gomes e Neves (2002)

Quadro 8 - Pesquisa de campo

Características		Obra A	Obra B	Obra C	Obra D
Cerâmica	Aplicação	Chapisco, Emboço e Reboco			
	Espessuras (cm)	Chapisco: 0,5 - 1 Emboço: 3 - 4 Reboco: 0,5	Chapisco: 0,5 - 1 Emboço: 1,5 - 2 Reboco: 0,5	Chapisco: 0,5 - 1 Emboço: 8 Reboco: 0,5	Chapisco: 0,5 - 1 Emboço: 1,5 - 2 Reboco: 0,5
	Tipo de substrato	Tijolo maciço	Tijolo maciço	Tijolo 6 furos	Tijolo 6 furos
	Traço chapisco	1:0:3	1:0:3	1:0:3	1:0:3
	Traço emboço	1:1:6	1:2:9	1:1:7	1:2:10
	Traço reboco	1:0:5	1:0:5	1:0:5	1:0:5
	Chapisco int/ext	Sim	Sim	Sim	Sim
	Tipo chapisco	Aplicador de chapisco	Manual	Aplicador de chapisco	Aplicador de chapisco
	Tipo cimento	CPIV	CPV	CPIV	CPV
	Aditivo	Sim, Alvenarit	Não	Não	Sim, Alvenarit

Concreto	Aplicação	Máquina chapisco	Manual	Máquina chapisco	Máquina chapisco
	Tipo argamassa	Feita em obra	Feita em obra	Feita em obra	Feita em obra
	Usa chapisco	Sim	Sim	Sim	Sim
	Execução	Como o cerâmico	Como o cerâmico	Como o cerâmico	Como o cerâmico
	Tipo chapisco	Convencional	Convencional	Convencional	Convencional
	Há preparação específica	Não, limpeza e molhagem	Não	Não	Não, só umedecer

Fonte: Da autora (2017).

Observa-se que todas as obras, A, B, C e D utilizam argamassa preparada em obra e sua aplicação dá-se através da máquina manual, exceto para obra B. Outro ponto em comum, está ligado a aplicação da argamassa no substrato, em que ambas realizam em chapisco, emboço e reboco.

Além disso, notou-se que as espessuras e os traços para o chapisco e o reboco mantêm-se constante para todas as obras, porém na camada de emboço há variações. Verificou-se também que para as bases de concreto não há preparações específicas, somente a limpeza. Na forma de aplicação do chapisco, independente do substrato dá-se de forma convencional em ambos os casos, com exceção, da obra B que ainda realiza o processo manualmente.

O cimento utilizado varia para cada traço, sendo a obra A, C e o referencial usando CPIV e a obra B e D utilizando CPV. Quando comparados, observa-se que o CPV possui alta reatividade nas primeiras horas de aplicação, o que exige maior cuidado visto que o CPIV favorece a aplicação devido ao baixo calor de hidratação.

Quanto ao substrato de aplicação, metade das obras, fez uso de tijolo maciço para vedação, enquanto a outra parte utiliza tijolo 6 furos. Da mesma forma, parte das argamassas de revestimento, a fim de auxiliar na trabalhabilidade, utilizam aditivo na mistura.

Dessa maneira, a fim de poder avaliar o revestimento de argamassa e compará-lo, foi imposto a pesquisa, variações de chapisco, dando-se parte com a reprodução dos métodos aplicados na cidade e parte aplicando na alvenaria cerâmica a variação eliminando o chapisco e em concreto mudando a aplicação deste para desempenado.

Assim, foram realizados 5 substratos de alvenaria com variação A (com chapisco) e outros 5 com variação B (sem chapisco). Nos substratos de concreto, 5 bases com variação C (chapisco convencional) e 5 bases com variação D (chapisco desempenado).

4.2.1 Montagem dos substratos

Visto que, faz parte dos objetivos do trabalho analisar o desempenho do sistema de revestimento em diferentes substratos, a primeira etapa do revestimento, consistiu na moldagem dessas superfícies.

Para substrato de concreto, foram confeccionadas placas do material, moldadas em formas de madeira, com 50 cm de comprimento e 38 cm de largura, sob uma espessura de 6 cm. Para tal, foi adotada uma resistência característica à compressão (f_{ck}) de 40 Mpa, verificada aos 28 dias através do rompimento dos corpos de prova. O número de placas, deu-se conforme número de combinações ensaiadas, assim, foram produzidas 10 placas de concreto (FIGURA 11).

Figura 11 - Montagem substrato de concreto



Fonte: Da autora (2017).

Para o substrato de alvenaria, optou-se pela realização de mini paredes, unindo 6 tijolos, do tipo maciço, com argamassa polimérica, de forma a obter uma superfície ampla o suficiente para realização do ensaio de aderência das argamassas. Assim, montou-se 10 mini paredes como na Figura 12.

Figura 12 - Mini parede de alvenaria



Fonte: Da autora (2017).

4.2.2 Aplicação do chapisco nos substratos

A próxima etapa experimental do estudo foi à execução dos diferentes tipos de chapisco nos substratos. Tendo em mente a importância desse procedimento, foram considerados alguns cuidados a fim de garantir a correta aplicação de modo que este parâmetro não desencadeasse uma fonte de variabilidade no processo e pudesse prejudicar no desempenho do revestimento.

Nessa perspectiva, realizou-se o tratamento superficial de todas as placas. Nas bases de concreto, executou-se a escovação e posteriormente limpeza com água, visando assim, a abertura dos poros e eliminação de impurezas da superfície para auxiliar na aderência. Dessa forma, logo após a limpeza aplicou-se a argamassa de revestimento.

Da mesma forma, para superfícies de cerâmica, houve a escovação e limpeza, tendo cuidado com a absorção de água realizada pelo tijolo, de modo a proporcionar a melhor aderência possível. A falta de umidade na base de alvenaria, pode danificar o sistema de revestimento, provocando fissuras devido a mesma absorver demasiadamente água do chapisco (DUBAJ, 2000).

Após o preparo das superfícies, realizou-se o chapisco, no mesmo dia para todas as combinações. No que diz respeito as aplicações, foram escolhidos dois tipos de chapiscos, o convencional, para substrato de concreto e alvenaria e o desempenado para o substrato de concreto.

4.2.2.1 Chapisco convencional

A execução deste chapisco foi conforme recomendação em obra, visando assim, reproduzir a aplicação o mais próximo possível do realizado pelos empreiteiros. Assim, a confecção da massa deu-se de forma manual e a aplicação através do aplicador de chapisco (FIGURA 13), até esta atingir uma espessura de aproximadamente 5 milímetros.

Figura 13 - Aplicador de chapisco



Fonte: Da autora (2017).

Após aplicação do chapisco, as placas foram armazenadas no laboratório, sob temperatura ambiente por um prazo de três dias, para posterior aplicação da argamassa de revestimento, conforme Figura 14 e 15. Determinou-se este limite devido disponibilidade do laboratório e prazos do estudo.

Figura 14 - Chapisco mini parede cerâmica



Fonte: Da autora (2017).

Figura 15 - Chapisco placa de concreto



Fonte: Da autora (2017).

4.2.2.2 Chapisco desempenado

A execução deste chapisco foi através do uso de uma desempenadeira, dentada, com dentes de dimensões de 8x8 mm, na qual espalhou-se o material sobre a superfície com o lado liso da desempenadeira, formando uma camada de aproximadamente 5 mm e posteriormente com o lado dentado da ferramenta, deslizou-se pela superfície formando os cordões de chapisco (FIGURA 16).

Figura 16 - Chapisco desempenado



Fonte: Da autora (2017).

Da mesma forma que para as minis paredes de chapisco convencional, as placas de concreto com chapisco desempenado foram armazenadas no laboratório por três dias, para posterior aplicação da argamassa de revestimento.

4.2.3 Aplicação da argamassa de revestimento

Sendo assim, posteriormente a aplicação dos chapiscos, deu-se início a aplicação das argamassas de revestimento. Diferente da realização do chapisco, a argamassa foi produzida conforme os diferentes traços e a execução deu-se na betoneira com eixo inclinado, em concordância com a quantidade necessária do traço unitário.

A aplicação deu-se em laboratório, na cidade de Lajeado/RS, dessa maneira, sendo considerado a influência do clima e a diferença de altitude entre as cidades envolvidas no estudo.

Assim, a quantidade de água e de materiais variou conforme cada traço. Para determinar esse valor, a quantidade foi ajustada de maneira que atendesse ao índice de consistência 260 +/- 5 mm. Além disso, procurou-se inserir a quantidade necessária para que o traço, atingisse quantidade de material suficiente de uma só betonada para aplicação das 5 placas.

Quadro 9 - Quantidade de água

Traço	1:1:5	1:1:6	1:2:9	1:1:7	1:2:10
Quantidade de água (g)	6080	4495	6115	6255	7665
Proporção unitária em volume	5 vezes	4 vezes	3 vezes	4 vezes	3 vezes

Fonte: Da autora (2017).

Para realizar a aplicação da argamassa, contou-se com o auxílio da caixa de queda (FIGURA 17), a fim de eliminar a interferência da mão de obra humana e assim, manter uma energia de aplicação contínua. De acordo com Araújo (2004), a caixa de queda desempenha um papel importante no processo de aplicação, uma vez que, padroniza todos os lançamentos com a mesma energia de aplicação.

Figura 17 - Aplicação pela caixa de queda



Fonte: Da autora (2017).

Segundo Silva (2006), um dos parâmetros de influência e responsável pela variação na aderência à tração, dá-se devido à altura de lançamento uma vez que, conforme a ergonomia do pedreiro no instante em que lança a argamassa, exige alturas diferentes de lançamento.

Em vista disso, a argamassa em estudo foi lançada em queda livre sob a altura de um metro e recebida horizontalmente por todos substratos pelo impacto da queda. A determinação da altura de um metro, deu-se devido à similaridade com a aplicação de um operário, por meio do método convencional praticado (GASPERIN, 2011).

Da mesma forma que procurou-se manter padronizada a altura, a fim de garantir uma espessura mínima para revestimento externo, padronizou-se uma espessura de 2 cm, com auxílio de um suporte de madeira que serviu de gabarito para todas as placas. Por meio deste, pode-se realizar o limite e nivelamento dos substratos com o uso de uma régua metálica, para possibilitar um bom acabamento superficial.

Figura 18 - Gabarito de madeira



Fonte: Da autora (2017).

Após o emprego da argamassa de revestimento em todas as superfícies, estes foram armazenados no laboratório, conforme Figura 19, por um período de 28 dias, a fim deste ter tempo de realizar a cura e ganhar resistência, para que posteriormente sejam realizados os ensaios previstos.

Figura 19 - Argamassa de revestimento aplicada



Fonte: Da autora (2017).

Na seção 4.3 está descrito e detalhado os testes realizados ao sistema de revestimento de argamassa das etapas acima, tanto para argamassa no estado endurecido como para condição fresca.

4.3 Descrição dos testes realizados em laboratório

Para caracterização dos revestimentos, foram determinadas a realização de 9 ensaios. Para estimar a resistência do concreto utilizado para confecção do substrato realizou-se ensaio de resistência de compressão. Para as argamassas, realizou-se ensaios de densidade de massa, resistência de tração na flexão e compressão, absorção de água, índice de consistência, retenção de água e teor de ar incorporado e como principal ensaio, resistência de aderência à tração. Todos os testes foram realizados no laboratório de Tecnologias de Construção (LATEC), situado na Universidade do Vale do Taquari, UNIVATES.

Na seção 4.3.1 encontra-se descrito o ensaio realizado para determinação da resistência à compressão do concreto utilizado para moldagem das placas utilizadas de superfície para aplicação do revestimento.

4.3.1 Substrato de concreto

A fim de determinar a resistência do concreto e garantir sua qualidade, desenvolveu-se o ensaio de resistência à compressão.

4.3.1.1 Determinação da resistência à compressão

Esse ensaio está relacionado a capacidade do substrato de resistir ao esforço de compressão. Para execução, fez-se uso da NBR 5739 (ABNT, 2007), na qual estima a moldagem de CPs cilíndricos de concreto que posteriormente são ensaiados à compressão. Dessa forma, moldou-se corpos de prova a serem rompidos sob um período de cura de 28 dias.

Figura 20 - Corpos de prova de concreto



Fonte: Da autora (2017).

Figura 21 - Rompimento CP concreto



Fonte: Da autora (2017).

Os resultados obtidos, de acordo com a NBR 12655 (ABNT, 2015), estão dispostos, conforme, Quadro 10, apresentado a seguir:

Quadro 10 - Resultados resistência à compressão substrato de concreto

Corpo de Prova	Resistência (Mpa)
Aos 28 dias	
1	46,91
2	47,57

Fonte: Da autora (2017).

Através dos resultados do ensaio de compressão para o substrato de concreto, pode-se observar elevadas resistências, variando de 46 a 47 Mpa.

Na seção 4.3.2 está descrito os ensaios realizados na argamassa na condição fresca, a fim de obter o índice de consistência recomendável, determinar a retenção de água, a densidade de massa e teor de ar incorporado das argamassas, respectivamente.

4.3.2 Ensaio da argamassa no estado fresco

Como propósito do estudo, realizou-se a análise das argamassas de revestimento no estado fresco, logo após a confecção do traço e realização das aplicações da argamassa sobre o substrato.

4.3.2.1 Determinação do índice de consistência

Para realização da determinação do índice de consistência, baseia-se em dados indicados na NBR 13276 (ABNT, 2016).

O ensaio dá-se sobre uma mesa plana, onde é inserido o tronco-cônico e dentro desse recipiente larga-se a argamassa fresca, acrescentando três camadas, cada camada é aplicada em tempos e forças similares, 15, 10 e 5 golpes, respectivamente.

Sequencialmente, retira-se o molde e efetua-se 30 golpes contínuos na mesa. Logo após a última queda da mesa deve ser medido imediatamente o espalhamento do molde tronco-cônico com o auxílio de uma trena (FIGURA 22) e com propriedade desse resultado podemos calcular a relação a/c para cada traço.

Figura 22 - Ensaio de consistência



Fonte: Da autora (2017).

Tendo em vista que a trabalhabilidade das argamassas é uma das propriedades mais importantes, uma vez que, esta é responsável por garantir as características desejáveis no estado endurecido. Mensurá-la é complexo, já que ela depende da composição dos materiais, do preparo, umidade e temperatura, dessa maneira a NBR 13276 (ABNT, 2016), fixou limites a fim de padronizar a trabalhabilidade das argamassas em 260 ± 5 mm.

Dessa maneira, para garantir a mesma consistência, dentro do limite estabelecido pela norma e um volume de pasta suficiente para envolver os materiais de cada traço, observou-se, em geral, o aumento do consumo de água conforme maior teor de agregados ao traço, conforme item 4.2.3. Da mesma forma, na presença de aditivo nas proporções, um traço com menor quantidade de agregado exigiu uma menor quantidade de água para atingir a mesma consistência.

4.3.2.2 Determinação da retenção de água

Para determinar a retenção de água utilizou-se a NBR 13277 (ABNT, 1995).

Segundo Junior (2004) o princípio do ensaio de retenção de água baseia-se na quantificação da massa de água retida na argamassa, logo depois dela ser

submetida a uma sucção realizada por discos de papel de filtro colocados sobre a argamassa fresca, através de uma determinada pressão, promovida por uma massa padrão assentada sobre os discos durante 2 minutos.

Figura 23 - Ensaio de retenção de água



Fonte: Da autora (2017).

Este ensaio torna-se pertinente, uma vez que, a retenção de água da argamassa serve tanto para umedecer os materiais secos como para proporcionar a hidratação do cimento. Neste sentido, é almejado uma retenção alta, principalmente se a absorção inicial for elevada. Assim, a NBR 13277 (ABNT, 1995) admite de 80 a 90% de retenção de água como “normal” e maior que 90% como “alta”.

4.3.2.3 Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado

Para determinar a densidade de massa e o teor de ar incorporado, utilizou-se a NBR 13278 (ABNT, 2005).

A execução do ensaio se resume na inserção de argamassa em um recipiente, como Figura 24, dispondo em três camadas de mesma dimensão, na qual aplica-se 20 golpes, ao longo do perímetro, para cada uma das camadas. No final do processo é necessário que o excesso de argamassa seja removido e que não haja vazios entre

a argamassa e a parede do recipiente para que posteriormente realize-se o peso do molde mais a argamassa e efetuam-se os cálculos propostos pela norma.

Figura 24 - Ensaio densidade de massa e teor de ar incorporado



Fonte: Da autora (2017).

Visto que, o teor de ar incorporado na argamassa é um parâmetro determinante da perda de aderência, o estudo para determinação dessa proporção torna-se fundamental para análise dos resultados.

Na seção 4.3.3 será apresentado os testes e passos para determinação da argamassa no estado endurecido.

4.3.3 Ensaio da argamassa no estado endurecido

Dentre as principais propriedades que uma argamassa de revestimento exige está em seu desempenho no estado endurecido. Dentre estas propriedades, estão elencados valores de 4 ensaios, desde a resistência à tração na flexão, resistência à compressão, absorção de água por capilaridade e a resistência de aderência à tração dos revestimentos de argamassa.

4.3.3.1 Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão

A norma brasileira NBR 13279 (ABNT, 2005) foi utilizada para determinar a resistência à tração na flexão e à compressão.

O ensaio consiste em logo após a produção da argamassa, preparar três corpos-de-prova prismáticos 40 x 40 x 160 cm que são armazenados no laboratório e posteriormente serão realizadas as rupturas aos 28 dias.

Figura 25 – Montagem prisms



Fonte: Da autora (2017).

Figura 26 - Ensaio resistência à tração na flexão



Fonte: Da autora (2017).

Figura 27 - Ensaio resistência à compressão



Fonte: Da autora (2017).

Segundo Selmo (1989), a resistência mecânica consiste na capacidade, dos revestimentos em argamassa, de suportar esforços mecânicos das mais diversas origens, que se traduzem, em geral por tensões simultâneas de tração, compressão e cisalhamento, responsáveis pelo bom desempenho das argamassas.

4.3.3.2 Determinação de absorção de água por capilaridade

A determinação da absorção de água por capilaridade será realizada seguindo as recomendações de procedimento de ensaio da norma NBR 15259 (ABNT, 2005).

O ensaio se dá através da pesagem dos prismas, em que posteriormente são inseridos na água, sob uma camada de 5 mm, na qual permanecerão por 10 minutos, pesa-se novamente e coloca-se novamente em contato com a água por 90 minutos e no final, realiza-se a última pesa

Figura 28 - Ensaio absorção por capilaridade



Fonte: Da autora (2017).

Segundo Ungericht e Piovesan (2011), a absorção de água, pode ser analisada através do empacotamento das partículas, na qual, quanto maior for à quantidade de partículas finas, maior será o fechamento dos poros, o que consequentemente reduzirá a absorção, pois evitará a passagem de água para o revestimento. Salienta-

se que essa passagem de água é inadequada e pode acarretar diversas patologias na argamassa, por isso, o ensaio torna-se pertinente para observação da absorção de água de cada argamassa de revestimento.

4.3.3.3 Determinação da resistência de aderência à tração

Uma das principais propriedades requeridas por uma argamassa de revestimento no estado endurecido é a aderência ao substrato.

Para isso, através de ensaios semi-destrutivos é possível determinar a resistência de aderência, seja por tração ou cisalhamento das argamassas de revestimento. Essa resistência de aderência à tração representa a máxima tensão que um revestimento suporta quando estiver submetido a um esforço normal de tração.

O ensaio consiste em realizar 12 furos nas placas de revestimento em argamassa, através do serra-copo (FIGURA 29) até que está perfure de 1 a 5 mm dentro do substrato, posteriormente cola-se as pastilhas (FIGURA 30) e através do equipamento de tração é feito o arrancamento. Segundo a NBR 13528 (ABNT, 2010) o equipamento deve garantir a aplicação de uma carga centrada e ortogonal ao plano, com três pontos de apoio ajustáveis (FIGURA 31).

Figura 29 – Execução furos



Fonte: Da autora (2017).

Figura 30 – Pastilhas



Fonte: Da autora (2017).

Figura 31 - Arrancamento



Fonte: Da autora (2017).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas concede duas normas que referenciam essa resistência, a primeira é NBR 13749 (ABNT, 1996) que atribui às especificações e os limites mínimos aos revestimentos (JUNIOR, 2004) e segunda é a NBR 13528 (ABNT, 1995) que auxilia nos métodos de ensaio da resistência de aderência à tração para revestimentos de paredes e tetos.

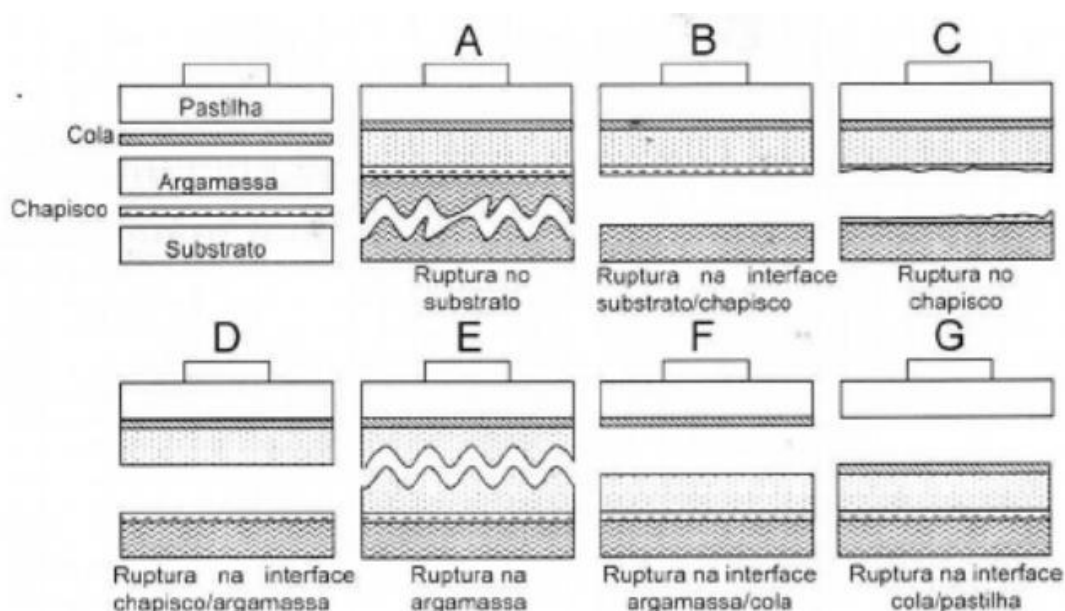
Quadro 11 - Limites de aderência à tração para emboço e camada única (MPa)

Local		Acabamento	Ra
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco	≥ 0.20
		Cerâmica ou laminado	≥ 0.30
	Externa	Pintura ou base para reboco	≥ 0.30
		Cerâmica	≥ 0.30
Teto			≥ 0.20

Fonte: NBR 13749 (ABNT, 1996).

Para análise dos resultados das regiões de ruptura de cada corpo de prova arrancado, a NBR 13528 (ABNT, 2010) apresenta os seguintes parâmetros:

Figura 32 - Formas de ruptura do ensaio de resistência de aderência à tração para um sistema de revestimento com chapisco.



Fonte: NBR 13528 (ABNT, 2010).

Na seção 4.3.4 está descrito os ensaios para caracterização dos materiais utilizados em cada traço para confecção das argamassas de revestimento.

4.3.4 Caracterização dos materiais

Para análise dos materiais, a fim de caracterizar as areias do estudo, determinou-se a granulometria, teor de material pulverulento e a massa específica, enquanto para o cimento e a cal, realizou-se ensaio de *Le Chatelier*, para determinação da massa específica.

4.3.4.1 Granulométrica

Através do ensaio de granulometria, NBR 7211 (ABNT, 2009) pode-se determinar a distribuição granulométrica do material, tanto pela análise granulométrica por peneiramento, como por sedimentação. Para areias e pedregulhos, possuindo pouca quantidade de finos, pode-se obter a curva granulométrica inteiramente determinada utilizando o peneiramento.

A determinação por peneiramento, se dá através da separação do material, em que posteriormente é despejado nas peneiras, enumeradas de aberturas maiores e igual a peneira de número 10, de 2 mm, crescendo as malhas de baixo para cima e vibrado mecanicamente.

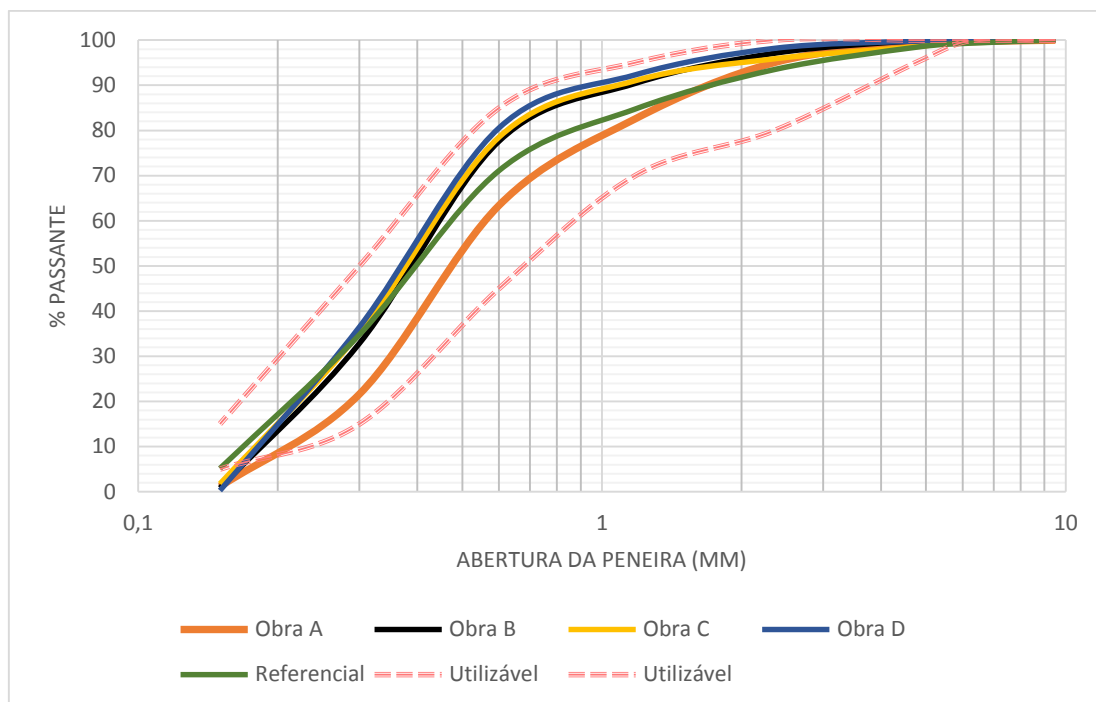
Figura 33 - Ensaio peneiramento



Fonte: Da autora (2017).

Através do ensaio, determinou-se a curva granulométrica da areia de cada obra e verificou o posicionamento em relação a zona utilizável da norma, através do Gráfico 1:

Gráfico 1 - Curva granulométrica



Fonte: Da autora (2017).

Quadro 12 - Módulo de finura

Caracterização módulo de finura	
Obra	MF
Obra A	2,01
Obra B	2,37
Obra C	2,00
Obra D	1,90
Referencial	2,13

Fonte: Da autora (2017).

Quadro 13 - Classificação areia

Classificação	Parâmetros
Fina	$MF < 2,0$
Média	$2,0 \leq MF \leq 3,0$
Grossa	$MF > 3,30$

Fonte: Adaptado da NBR 7217 (ABNT, 1987).

Através da distribuição granulométrica pode-se observar que todos os materiais encontram-se dentro da zona utilizável estabelecido pela norma.

Quanto ao módulo de finura, a norma define como zona ótima, valores entre: 2,20 a 2,90, zona utilizável inferior entre: 1,55 a 2,20 e zona utilizável superior: 2,90 a 3,50. Dessa maneira, verificou-se que a obra B encontra-se dentro da zona ótima, enquanto a obra A, C, D e o referencial encontram-se dentro da zona utilizável e comprovando-se os valores obtidos para as areias.

No que refere-se a classificação do material, através da NBR 7217 (ABNT, 1987), pode-se observar que a maioria das areias encontram-se entre 2 e 3, logo classificando-se como areia média, com exceção da obra D, como uma areia fina.

4.3.4.2 Teor de material pulverulento

A fim de determinar o material mais fino que a abertura da peneira de 75 μm , realizou-se o ensaio segundo a NBR NM 46/2003, na qual consistiu em separar 100 gramas e 500 gramas de cada areia seca na estufa, quantidade determinada conforme material retido no ensaio granulométrico e despejado sob as peneiras empilhadas de 1,18 mm e 75 μm . Posteriormente prosseguiu-se com a lavagem das areias até a verificação de atingir uma água limpa e a partir disso, levou-se as amostras para a estufa, para após a secagem realizar a pesagem do material.

Figura 34 - Ensaio material pulverulento



Fonte: Da autora (2017).

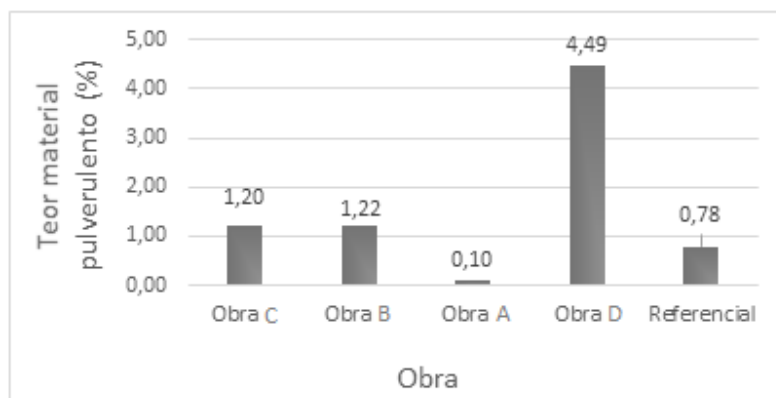
O resultado de cada areia está disposto no Quadro 14, abaixo:

Quadro 14 - Porcentagem de material pulverulento

Traço	Referencia	Obra A	Obra B	Obra C	Obra D
Quantidade (%)	0,78	0,10	1,22	1,30	4,49

Fonte: Da autora (2017).

Gráfico 2 - Porcentagem de material pulverulento



Fonte: Da autora (2017).

Segundo Meier (2011) o excesso de material pulverulento é prejudicial para a aderência da pasta de cimento e a argamassa, aumentando o consumo de água devido à grande superfície específica. Por consequência disso, as resistências são diminuídas.

Dessa maneira, observa-se que a obra D, traço 1:2:10, possui grande quantidade deste material, o que consequentemente diminuiu as resistências, como pode-se comprovar com os resultados das resistências à flexão e compressão (item 5.2.3) e de aderência à tração (item 5.3).

Para avaliação desse percentual, Rosa (2016), ressalta em virtude da falta de normas brasileiras específicas para agregados em argamassa, utiliza-se parâmetros da norma que trata da especificação de agregado para concreto, dessa maneira, podendo variar de 3% para concreto exposto e 5% para concreto protendido, sendo alterada para valores de 10 e 12%, respectivamente. Assim, os resultados obtidos estão dentro dos limites adaptados pela NBR 7211 (ABNT, 2009).

4.3.4.2 Massa específica dos constituintes

A determinação da massa específica dos agregados miúdos deu-se através da NBR 9776 (ABNT, 1987), por meio do frasco *Chapman*. Consiste em preencher o frasco com 200 ml de água e posteriormente inserir uma amostra de 500 gramas de areia, após estarem secas em estufa. Posteriormente, com o frasco em repouso, mede-se o nível atingido pela água.

Figura 35 - Frasco de *Chapman*



Fonte: Da autora (2017).

Para determinação da massa específica dos aglomerantes, realizou-se o ensaio de *Le Chatelier*, na qual, inseriu-se no frasco querosene entre valores de 0 a 1 ml, realizando a leitura, posteriormente acrescentou-se pequenas porções, totalizando 50 gramas de cada material, primeiramente realizado para o cimento e posteriormente para cal. Por fim, faz-se a leitura final. Por meio, do peso pela diferença de volume, obtém-se a massa específica dos materiais.

Figura 36 - *Frasco Le Chatelie*

Fonte: Da autora (2017).

Através dos ensaios obteve-se os seguintes valores de massa específica:

Quadro 15 - Massa específica dos materiais

Material	Massa específica (g/cm ³)				
	Obra A	Obra B	Obra C	Obra D	Referencial
Areia	2,61	2,62	2,63	2,62	2,60
	CPIV	CPV	CPIV	CPV	CPIV
Cimento	2,78	2,90	2,90	2,78	2,78
	Cal virgem	Cal hidratada	Cal hidratada	Cal virgem	Cal virgem
Cal	2,40	2,33	2,33	2,40	2,40

Fonte: Da autora (2017)

Para os agregados, observou-se que todos os resultados encontram-se dentro da faixa padrão da grande maioria das areias de 2600 kg/m³ (MEIER, 2011). Da mesma forma, para os aglomerantes, o resultado da massa específica do cimento e da cal, condiz, com proximidade, dos resultados encontrados na literatura.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo apresenta-se uma análise dos resultados obtidos durante a realização do estudo. Estruturou-se o conteúdo de forma a apresentar inicialmente os resultados obtidos para a argamassa de revestimento e posteriormente os resultados para resistência de aderência à tração.

Na seção 5.1 estão dispostos os resultados de retenção de água, absorção por capilaridade, densidade de massa, teor de ar incorporado e as resistências mecânicas de tração na flexão e de compressão.

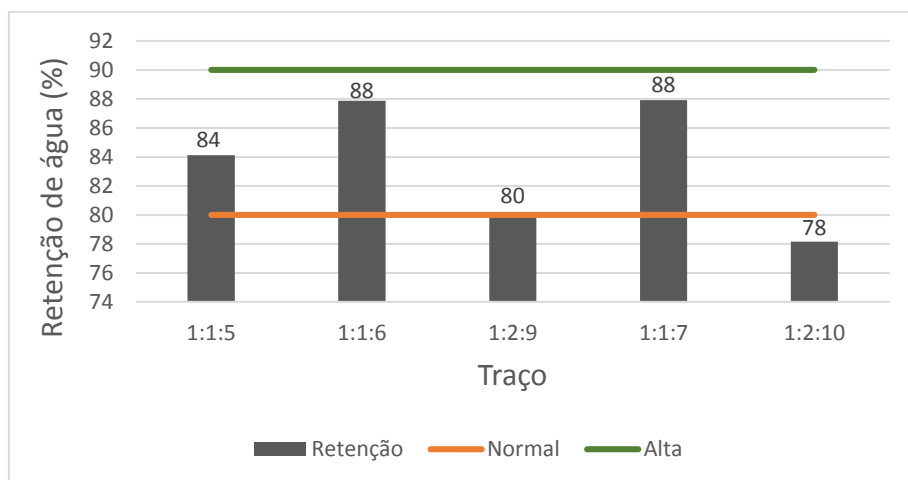
5.1 Resultados argamassa de revestimento

Para análise do desempenho das argamassas de revestimento foram organizados os resultados obtidos, através do seguimento de cada ensaio.

5.1.1 Retenção de água

Através do Gráfico 3, pode-se observar os resultados de retenção de água dos cinco traços em estudo.

Gráfico 3 - Resultados retenção de água



Fonte: Da autora (2017).

Conforme descrito nos ensaios, capítulo quatro, (item 4.3.2.2), a NBR 13277 (ABNT, 1995) admite valores e nomenclaturas de 80 a 90% normal e maior que 90% como alta.

Assim, através do gráfico das médias de cada traço é possível observar que somente uma argamassa encontra-se abaixo do mínimo aceitável pela norma, abaixo de 80%, correspondente ao traço 1:2:10. Justifica-se, conforme DO Ó (2004), que destaca para uma argamassa com maior teor de água na mistura, menores valores de retenção. Além disso, Carneiro (1999), salienta que altos teores de agregado reduzem a capacidade de retenção de água das argamassas.

Segundo Bastos (2001), sabe-se que de forma geral, a presença de partículas finas, normalmente melhora a retenção de água. Dessa forma, pode-se dizer que a retenção de água é maior em argamassas com maiores teores de cal. Entretanto, Bauer (2005) salienta que o uso deste material, deve ser acompanhado de avaliações e ajustes prévios, já que teores em excesso podem influenciar negativamente no desempenho do revestimento.

Por isso, pode-se observar que mesmo contendo maior teor de cal houve um decréscimo na retenção de água. Este resultado vai ao encontro do obtido por Montagner (2006) em seu estudo para o mesmo traço, em que utilizando cal e aditivo, quando comparados indicam a tendência da cal em reter mais água do que com aditivo, dessa forma, a presença de aditivo decresce a retenção, chegando ao

valor de 75,62%, compatível aos 78% encontrados no estudo, visto que o traço 1:2:10 contém aditivos em suas proporções.

Para as argamassas de maior retenção de água, traço 1:1:6 e 1:1:7, o valor de 88% encontrado, justifica-se conforme Bastos (2001), na qual, destaca que o aumento do teor de finos aumenta a área de contato das partículas com a água, gerando uma maior quantidade de ligações entre os componentes da mistura, dessa maneira proporcionando uma retenção de água maior. Entre os resultados, pode-se verificar que os maiores teores de retenção ocorreram nos traços cujo cimento adotado foi CPIV.

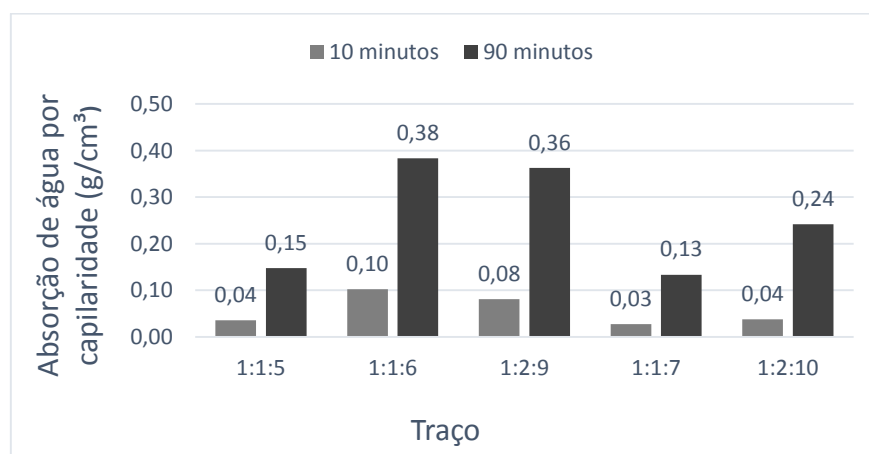
Através do ensaio granulométrico, pode-se observar que os dois traços caracterizaram-se com os menores módulos de finura. Paes (2004), em seu estudo com um traço próximo, 1:1,2:6,8 (cimento, cal e areia), obteve 88% de retenção de água, estando condizente com o obtido no estudo.

Portanto, os resultados obtidos condizem com Selmo (1989), na qual, obteve um aumento da retenção de água com baixa relação agregado/aglomerante.

5.1.2 Absorção de água por capilaridade

Os resultados de absorção de água estão representados abaixo.

Gráfico 4 – Resultados absorção de água por capilaridade



Fonte: Da autora (2017).

Como referenciado no item 4.3.3.2, na descrição do ensaio de absorção, Ungericht e Piovesan (2011), citam que quanto maior for a quantidade de partículas finas, haverá maior fechamento dos poros e resultará em uma redução da absorção, condizente com os resultados observados no estudo, em que o traço cujo módulo de finura foi maior (traço 1:2:9), teve uma maior absorção, enquanto para o traço de menor módulo de finura (1:2:10) a absorção foi a menor.

Através do gráfico acima e interligado aos resultados de resistência à tração e a compressão (item 5.1.4), pode-se observar que para baixos valores de absorção de água resultaram em altas resistências mecânicas, enquanto altos teores resultaram em baixas resistências. Conforme verificado por Kirchheim *et al* (2004), quanto menor a taxa de absorção de água, mais resistente será o material referente à entrada de agentes que podem levar o material a sofrer com problemas de durabilidade.

5.1.3 Densidade de massa e teor de ar incorporado

Os resultados de densidade e teor de ar incorporado as argamassas estão dispostos no Quadro 16.

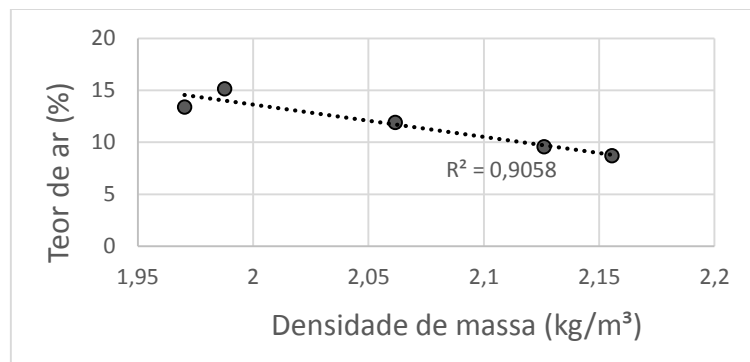
Quadro 16 - Resultados densidade e teor de ar incorporado

Traço	Densidade (kg/m³)	Teor de ar incorporado (%)
1:1:5	1987,65	15,16
1:1:6	2155,58	8,71
1:1:9	2061,63	11,92
1:1:7	2126,13	9,57
1:2:10	1970,26	13,42

Fonte: Da autora (2017).

Para melhor observação dos resultados, estes foram organizados, em sequência, conforme os gráficos abaixo.

Gráfico 5 - Resultados teor de ar incorporado x densidade de massa



Fonte: Da autora (2017).

Através da análise dos gráficos, observou-se que quanto menor o teor de ar incorporado, maior é a densidade de massa.

Tristão (1995), em seu estudo, observou que o elevado teor de ar pode ser ocasionado devido à falta de finos, compondo um único tamanho de grãos, o que resulta em um volume grande de vazios. Dessa maneira, justifica-se os resultados encontrados, na qual conforme pode-se observar no ensaio granulométrico, item 4.3.4.1 para os traços 1:1:5 e 1:2:9.

Já para o traço 1:2:10, justifica-se conforme Tristão (1995), em que concluiu em seus estudos que o aumento do teor de ar possivelmente foi consequência da maior quantidade de água. Além disso, Ioppi (1995), verificou em sua argamassa contendo aditivo, que este contribuiu, fundamentalmente para incorporação de ar, aumentando 4,5 vezes comparando a argamassa de com cimento e cal.

Ioppi (1995) destaca que a baixa resistência de aderência de argamassas que possuem um elevado teor de ar incorporado, pode ser explicada pela grande quantidade de bolhas de ar microscópicas presentes entre o plano de aderência, o que por consequência, impedem um melhor contato da argamassa com a base.

5.1.4 Resistência à tração na flexão e a compressão

Nesta seção, são apresentados e analisados os resultados médios e desvio padrão de resistência à tração na flexão e à compressão, conforme Quadro 17.

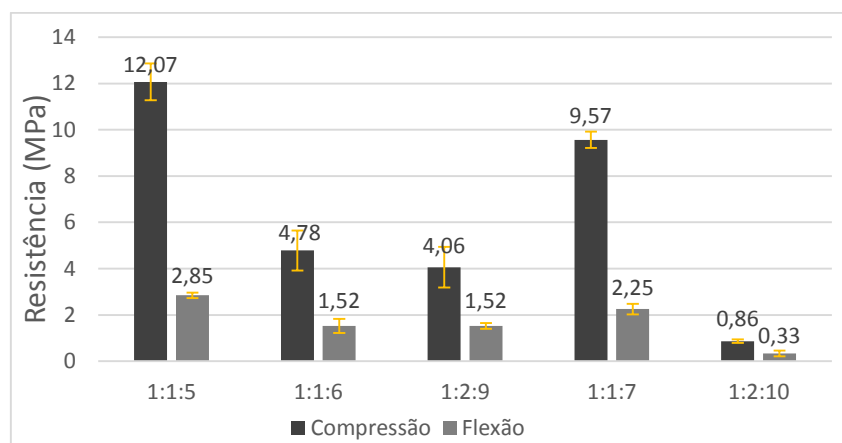
Quadro 17 - Resultados de resistência à tração na flexão e a compressão

Traço	Resistência à tração na flexão (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Resistência à compressão (MPa)	Desvio padrão (MPa)
1:1:5	2,85	0,12	12,07	0,80
1:1:6	1,52	0,31	4,78	0,86
1:2:9	1,52	0,12	4,06	0,88
1:1:7	2,25	0,23	9,57	0,35
1:2:10	0,33	0,12	0,86	0,08

Fonte: Da autora (2017).

Para melhor identificar as diferenças dos resultados de resistência à compressão e à flexão, elaborou-se o Gráfico 6, a fim de comparar o desempenho mecânico dos cinco traços em estudo.

Gráfico 6 - Resultados de resistência à tração na flexão e a compressão



Fonte: Da autora (2017).

Através do Gráfico 6 é possível observar uma grande variabilidade nos resultados. Para as resistências à compressão, os resultados são ainda mais pronunciados, o que é esperado, uma vez que, as argamassas apresentam traços bem distintos, resultando em uma distribuição de faixas de resistência diferentes.

As argamassas que atingiram valores mais altos, foram para os traços 1:1:5 e 1:1:7, traços que possuem o mesmo consumo de cimento e cal, além de não obter aditivos, variando somente a proporção de areia. Além disso, foram as que apresentaram menor absorção de água por capilaridade.

O pior desempenho deu-se para o traço 1:2:10, cujo o teor relação água/cimento, foi o mais elevado, o que condiz com os resultados estudados por Araújo (2004), na qual destaca que quanto menor a relação a/c, maior é a resistência mecânica das argamassas.

As argamassas com aditivo, 1:1:6 e 1:2:10 apresentaram menor resistência mecânica do que as argamassas com proporções de areia, cal e cimento, compatível com o estudo de Ioppi (1995), em que uma argamassa 1:1:6 com aditivo apresentou a menor resistência mecânica.

Além disso, observou-se que os traços de maior resistência foram os que utilizaram CPIV, condizente com o estudo de Padilha *et al* (2017), cujo os traços com CPIV e menor proporção de agregado, apresentaram maiores valores médios de resistência à compressão quando comparados aos com CPV e maiores valores de agregado no traço.

5.2 Resultados análise de resistência de aderência à tração

Devido à variação na proporção dos traços e de diferentes substratos, a análise da aderência foi dividida em duas etapas, na qual a primeira, refere-se a avaliação individual conforme resistência média atingida por cada traço e o reconhecimento das regiões de ruptura, enquanto a segunda apresenta uma análise geral da média dos traços para o mesmo sistema de chapisco.

5.2.1 Resultados médios de resistência de aderência à tração e regiões de ruptura

Para melhor visualização dos resultados, organizou--os conforme cada traço.

No que refere-se a região de ruptura, esta dividiu-se em 9 localidades diferentes, tais como: substrato, substrato/argamassa, substrato/chapisco,

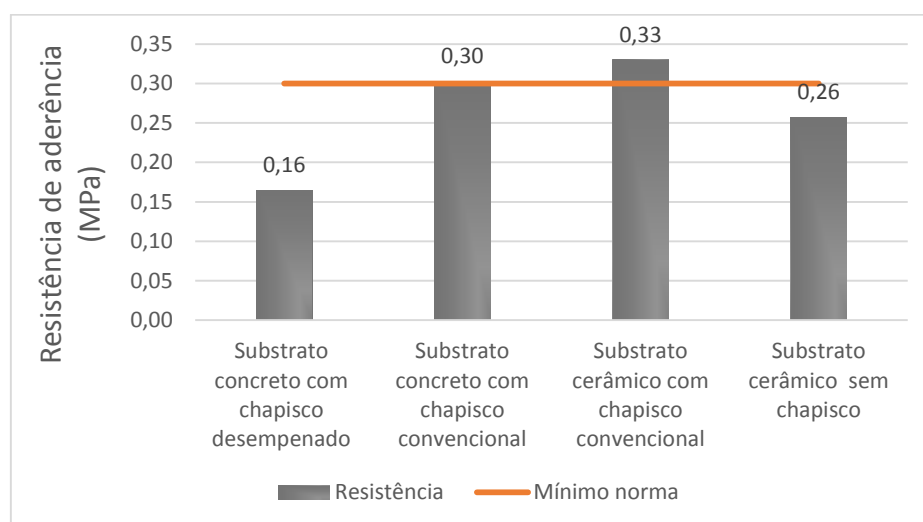
argamassa, chapisco, argamassa/cola, chapisco/argamassa, cola e cola/pastilha (MALAGONI e SCARTEZINI, 2013).

A classificação compõe-se em rupturas adesivas e coesivas. As rupturas são denominadas coesivas quando ocorrem nas regiões internas de algum material constituinte, enquanto as adesivas são aquelas que ocorrem nas interfaces, ou seja, nas regiões de contato de dois materiais. Quando a ruptura se dá na camada superficial da argamassa, indica que este elemento é o mais fraco do revestimento. Quando ocorre na pastilha e a cola, indica falha na execução (BARRETO e BRANDÃO, 2014).

5.2.1.1 Referência - Traço 1:1:5

Assim, para o ensaio de resistência de aderência à tração do traço 1:1:5 (cimento, cal e areia) com a/c igual a 0,83, correspondente ao traço de referência, obteve-se os seguintes resultados:

Gráfico 7 - Resultado aderência média traço 1:1:5



Fonte: Da autora (2017).

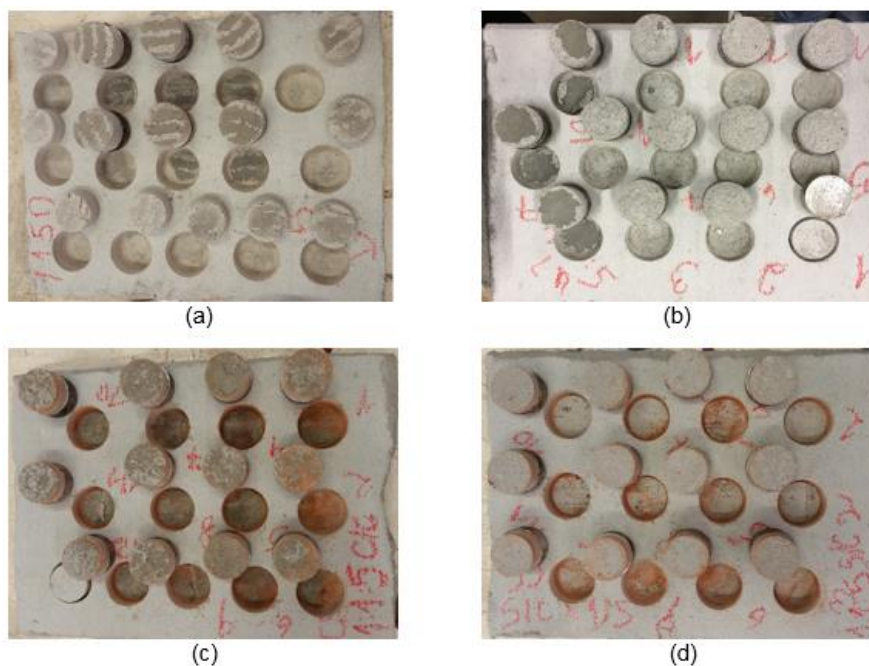
Para o primeiro traço, 1:1:5, referencial, observou-se a maior resistência de aderência à tração nos chapiscos convencionais, tanto para substrato de concreto quanto para o cerâmico, com valores superiores ao limite da norma NBR 13749 (1996). Ruduit (2009), em seu estudo, atingiu, em substratos de cerâmica com

chapisco, um valor médio de resistência de aderência de 0,33 MPa, o que convém com o resultado obtido neste estudo.

O pior desempenho foi com o chapisco desempenado, no substrato de concreto, na qual, obteve-se uma média de valor, abaixo do estabelecido pela norma de 0,30 MPa, para revestimentos externos. Quando comparado aos outros traços, este, adquiriu maior resistência de aderência na cerâmica sem chapisco e no concreto com chapisco convencional.

Santos (2008) reforça, em seu estudo, o cuidado na umidificação do substrato para aplicação do chapisco, uma vez que o excesso de água pode ocasionar danos, inviabilizando a aderência. Dessa forma, visto que a aplicação do chapisco deu-se no mesmo dia da limpeza e nesta, realizou-se a molhagem da superfície, pode-se acreditar que os poros do concreto estavam com água na hora da aplicação, reduzindo a aderência da argamassa no substrato de concreto com chapisco desempenado, resultando em um valor abaixo dos demais substratos com o mesmo traço.

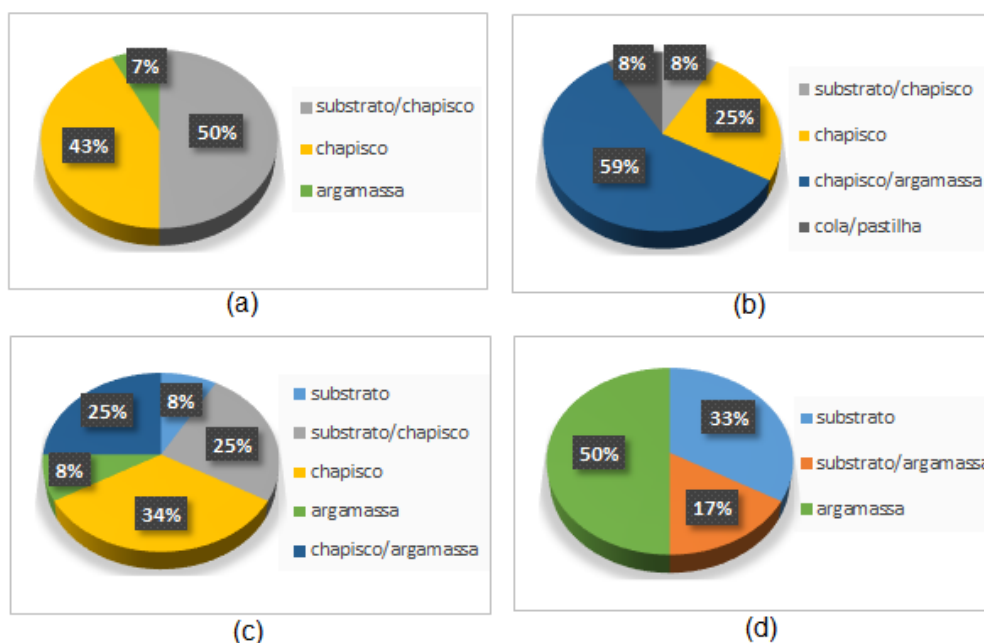
Figura 37 - Traço 1:1:5 - Desempenado concreto (a), Convencional concreto (b), Convencional cerâmica (c) e Sem chapisco (d)



Fonte: Da autora (2017).

Para ficar mais explícito a diferença entre as regiões de ruptura identificadas, elaborou-se o Gráfico 8, a seguir, apresentando o percentual de ruptura de cada substrato com respectivo revestimento.

Gráfico 8 – Ruptura traço 1:1:5 - desempenado concreto (a), convencional concreto (b), convencional cerâmica (c) e sem chapisco cerâmica (d)



Fonte: Da autora (2017).

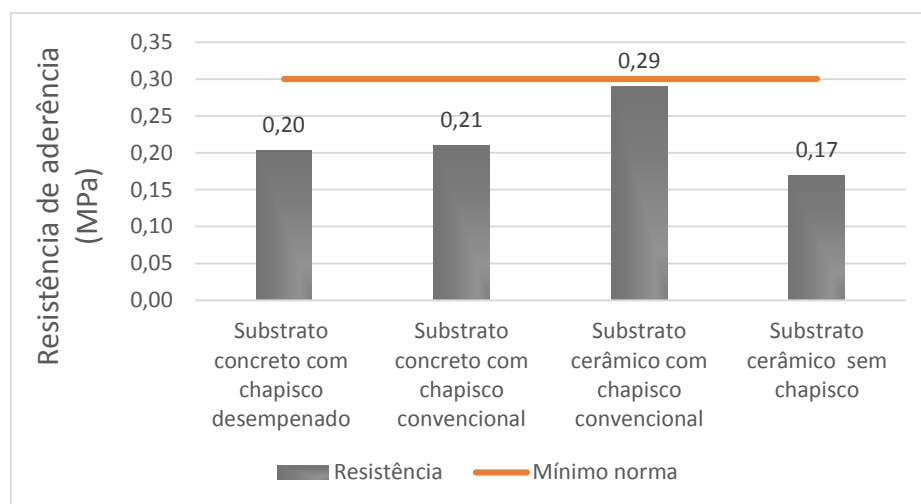
Pode-se observar nos substratos de concreto, com o uso do chapisco desempenado que a maioria dos furos romperam na interface entre o substrato e o chapisco, o que condiz com a baixa resistência, consequência da baixa aderência. Enquanto para o chapisco convencional, deu-se na interface chapisco e argamassa. Condiz com observações de Ruduit (2009), em que destaca os tipos de ruptura nas interfaces substrato/chapisco e chapisco/argamassa são mais comuns nos substratos de concreto.

Para os substratos cerâmicos, com o uso de chapisco, a maioria dos resultados encontrou-se no próprio chapisco e quando não há o uso deste, a maioria das rupturas deu-se na argamassa. Estando novamente conivente com análises de Ruduit (2009), na qual os resultados de aderência sem chapisco, são inferiores às ocorridas no chapisco ou interfaces deste.

5.2.1.2 Traço 1:1:6

Assim, para o ensaio de resistência de aderência à tração do traço 1:1:6 (cimento, cal e areia) com a/c igual a 0,77 e uso de aditivo, correspondente ao traço da obra A, obteve-se os seguintes resultados:

Gráfico 9 - Resultado aderência média traço 1:1:6



Fonte: Da autora (2017).

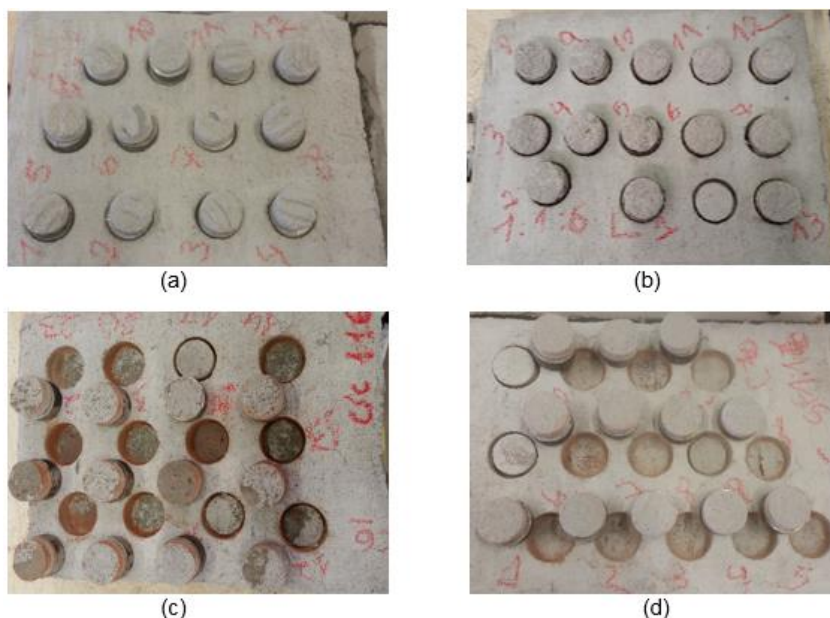
Para o segundo traço, 1:1:6 (cimento, cal e areia), obra A, da mesma forma que para o traço anterior, observou-se a maior resistência de aderência à tração nos chapiscos convencionais, tanto para substrato de concreto quanto para o cerâmico, porém o valor encontra-se abaixo do mínimo exigido por norma para revestimento externo de 0,30, porém dentro do limite de revestimento interno 0,20 MPa. Para este traço, o menor desempenho foi para o substrato cerâmico, sem chapisco.

Silva (2006), em seu estudo, para base de concreto, chegou a valores de média correspondente a 0,19 MPa, condizente com os resultados obtidos para substrato de concreto deste estudo.

O substrato cerâmico com chapisco comum, condiz com o traço 2, 1:2:6, estudado por Silva (2006), adquirindo uma resistência média de aderência de 0,24 MPa.

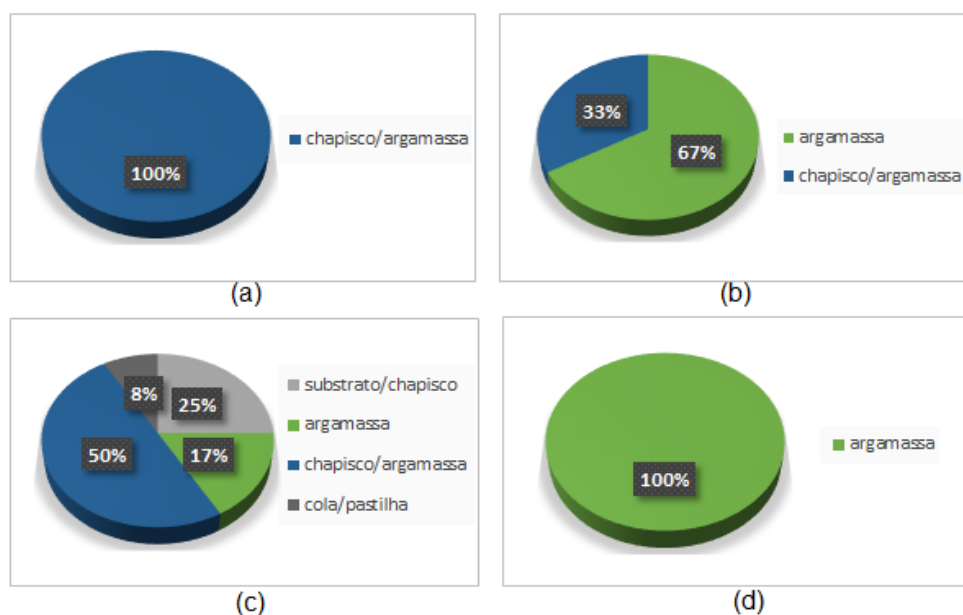
Quando comparado aos outros traços, houve uma maior resistência na resistência de aderência com chapisco desempenado.

Figura 38 - Traço 1:1:6 - Desempenado concreto (a), Convencional concreto (b), Convencional cerâmica (c) e Sem chapisco (d)



Fonte: Da autora (2017).

Gráfico 5 - Ruptura traço 1:1:6 - desempenado concreto (a), convencional concreto (b), convencional cerâmica (c), sem chapisco cerâmica (d)



Fonte: Da autora (2017).

Para o traço 1:1:6, as formas de ruptura e resistências possuíram similares. No substrato de concreto, com o uso do chapisco desempenado 100% rompeu na interface chapisco/argamassa, o que ressalta a maior resistência, quando comparado aos demais traços. No concreto com chapisco convencional, a ruptura ocorreu, em sua maior parte, na argamassa, o que acarretou em uma menor resistência.

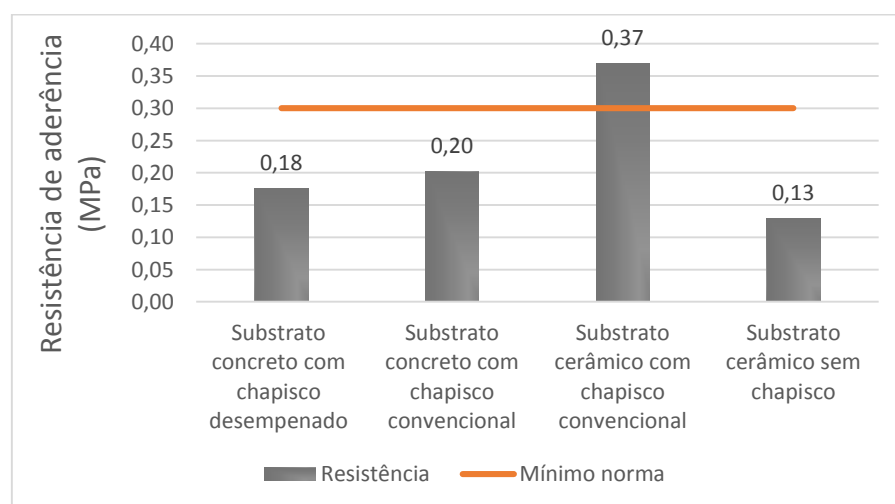
Ruduit (2009), em seu estudo para substratos de concreto, observou maiores porcentagens de ruptura na própria argamassa e posteriormente na interface chapisco/argamassa, o que justifica os resultados encontrados anteriormente.

Nos substratos cerâmicos, com o uso de chapisco, a maioria dos resultados encontrou-se na união do chapisco com a argamassa, já para cerâmica sem chapisco, toda ruptura foi na argamassa.

5.2.1.3 Obra B - Traço 1:2:9

Para análise dos resultados de resistência de aderência à tração do traço 1:2:9 (cimento, cal e areia) com a/c igual a 1,40, correspondente ao traço da obra B, obteve-se os seguintes valores:

Gráfico 6 - Resultado resistência de aderência à tração traço 1:2:9



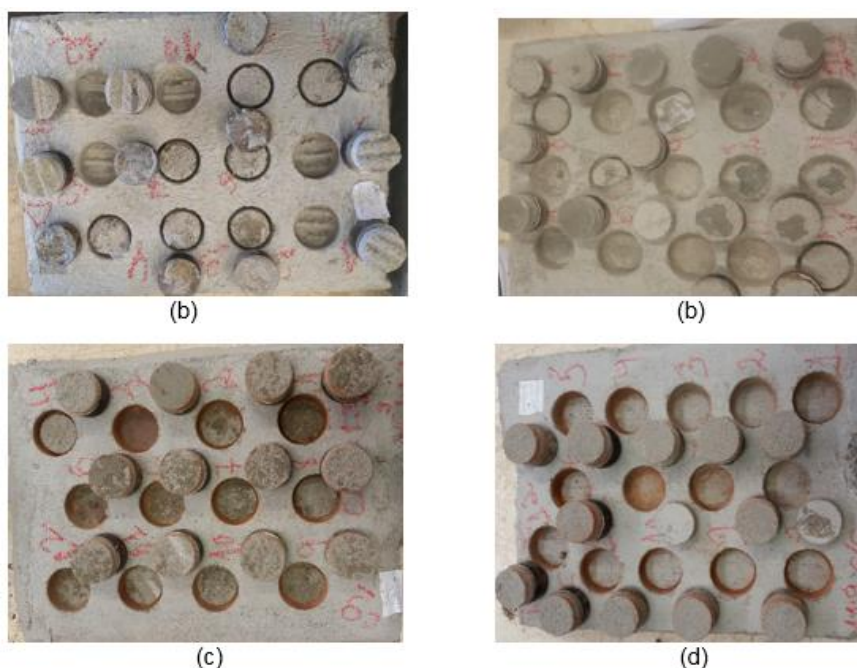
Fonte: Do autor (2017).

Os resultados obtidos, mostram novamente, para os chapiscos convencionais, uma maior resistência. Porém, somente no substrato cerâmico chapiscado esteve acima do mínimo da norma.

Com exceção deste, os resultados encontrados condizem com as médias obtidas por Silva (2006), cujo resultados para traços com maior teor de cal estiveram sobre uma faixa de 0,13 MPa, o que se aproxima aos resultados obtidos para este traço em estudo.

Argelim (2003), em seus estudos, pode observar que alvenarias cerâmicas, quando chapiscadas, apresentaram resistência de aderência em torno de 60% superior, o que podasse comprovar com o traço 1:2:9.

Figura 39 - Traço 1:2:9 - Desempenado concreto (a), Convencional concreto (b), Convencional cerâmica (c) e Sem chapisco (d)



Fonte: Do autor (2017).

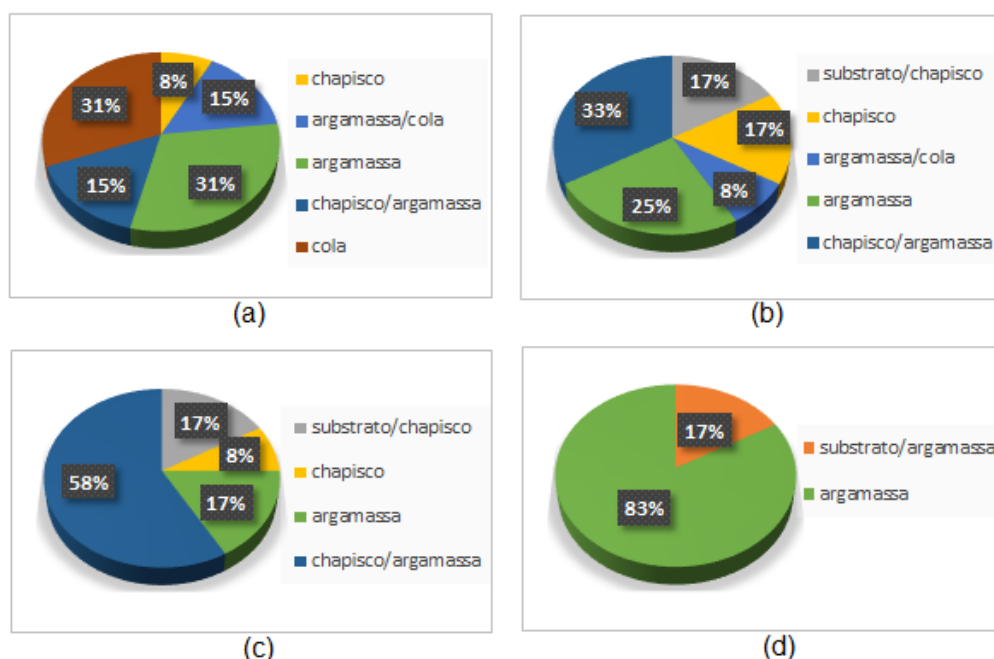
Segundo Carasek *et, al* (2001), a aderência poderá ficar comprometida, caso ocorram fissuras no período de execução ou após o endurecimento da argamassa. Visto isso, observou-se que o revestimento de argamassa na cerâmica, sem chapisco, do traço 1:2:9 apresentou fissuras entre o substrato e a argamassa, segundo a Comunidade da Construção (2005), essas fissuras podem ocorrer devido à retração da argamassa. Dessa maneira, justificando a inferioridade de aderência.

Figura 40 - Fissura entre base e argamassa



Fonte: Da autora (2017).

Gráfico 7 - Ruptura traço 1:2:9 - desempenado concreto (a), convencional concreto (b), convencional cerâmica (c), sem chapisco cerâmica (d)



Fonte: Do autor (2017).

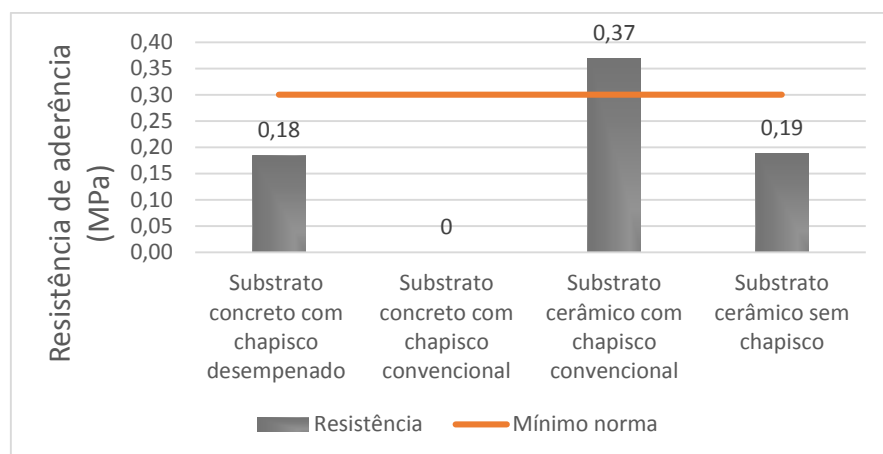
Para o traço 1:2:9, nos substratos de concreto, o rompimento deu-se em várias camadas, sendo no chapisco desempenado, grande parte na cola e na argamassa. Para substrato de concreto com chapisco convencional a maior parte dos furos romperam na ligação do chapisco com a argamassa.

Na cerâmica da mesma forma que no concreto com chapisco convencional, a maior parte rompeu na interface chapisco/argamassa, e na alvenaria sem chapisco, rompeu na argamassa.

5.2.1.4 Obra C - Traço 1:1:7

Para análise dos resultados de resistência de aderência à tração do traço 1:1:7 (cimento, cal e areia) com a/c igual a 1,07, correspondente ao traço da obra C, obteve-se os seguintes valores:

Gráfico 8 - Resultado resistência de aderência à tração traço 1:1:7



Fonte: Da autora (2017).

Os resultados obtidos, mostram que o substrato de cerâmica com chapisco atingiu maior resistência novamente. O chapisco desempenado e o substrato de cerâmica sem chapisco, atingiram resistência abaixo da norma. Já o substrato de concreto com chapisco convencional, deslocou durante a execução dos furos no ensaio de aderência.

Sabe-se que quando há o descolamento do revestimento, significa que as tensões que esse revestimento está submetido superaram a capacidade de aderência ao seu substrato (BELLAYER, 2016).

Assim, Bauer (2005), ressalta que o descolamento em placas ocorre devido à deficiência de aderência entre camadas de argamassa ou com a base. Isso pode ocorrer por vários motivos, dentre eles: a preparação inadequada da base de concreto podendo apresentar agente desmoldante, pó e resíduos.

Bellaver (2016) ainda acrescenta dentre as causas, a falta de molhagem da base, comprometendo a hidratação do chapisco da argamassa, acabamento superficial inadequado da camada intermediária, aplicação de camadas de argamassas com resistências inadequadas interpostas, ou seja, a resistência deve ser reduzida da base para o material de acabamento, emprego de adições substituídas da cal hidratada, sem propriedades de aglomerante e argamassa mal proporcionada (pobre em aglomerantes).

Dessa maneira, o deslocamento se justifica conforme elencado por Bauer (1997), uma vez que, além do substrato de concreto apresentar uma resistência elevada de 46 MPa, ocorreu falha de execução, desde a preparação do substrato até a aplicação da argamassa de revestimento, o que resultou na falta de aderência.

Figura 41 - Traço 1:1:7 - Desempenado concreto (a), Convencional concreto (b), Convencional cerâmica (c) e Sem chapisco (d)



(a)



(b)



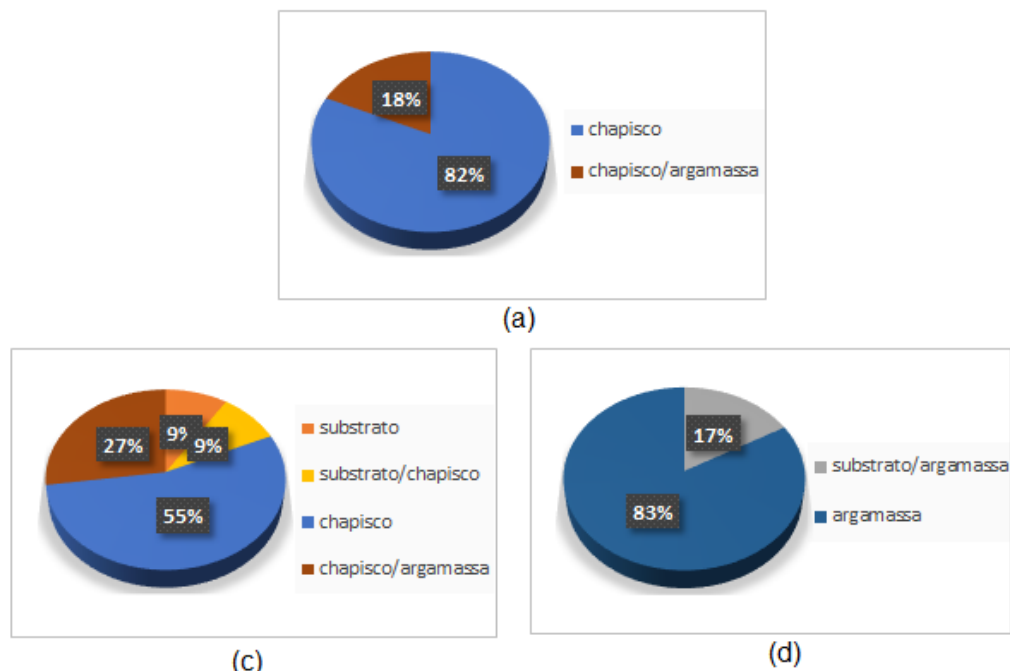
(c)



(d)

Fonte: Da autora (2017).

Gráfico 9 - Ruptura traço 1:1:7 - desempenado concreto (a), convencional cerâmica (c) e sem chapisco cerâmica (d)



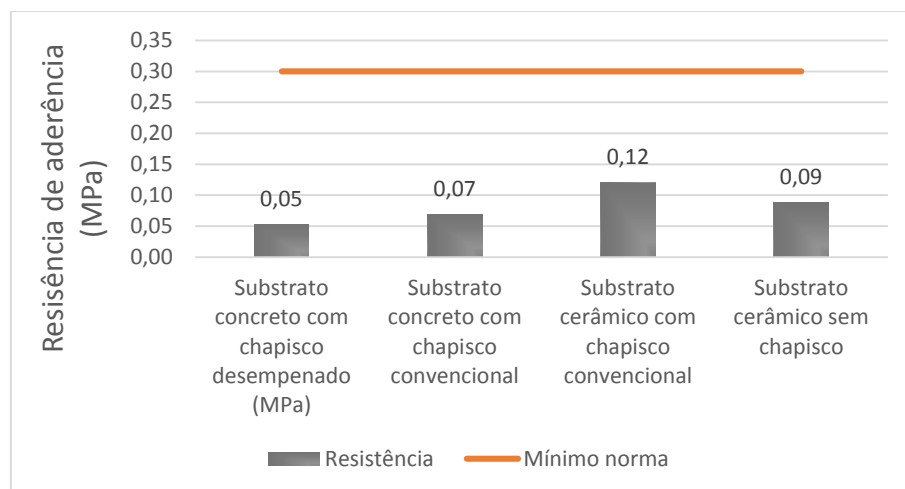
Fonte: Da autora (2017)

As rupturas do substrato de concreto com chapisco desempenado e no convencional de cerâmica com chapisco, romperam em sua maior parte na camada de chapisco, enquanto no substrato sem chapisco, a ruptura deu-se na argamassa.

5.2.1.5 Obra D - Traço 1:2:10

Para análise dos resultados de resistência de aderência à tração do traço 1:2:10 (cimento, cal e areia) com a/c igual a 1,75, correspondente ao traço da obra D. Este, foi o único traço realizado em dia diferente dos outros quatro e dessa forma, observou-se uma maior discrepância de valores, conforme Gráfico 15.

Gráfico 10 - Resultado resistência de aderência à tração traço 1:2:10



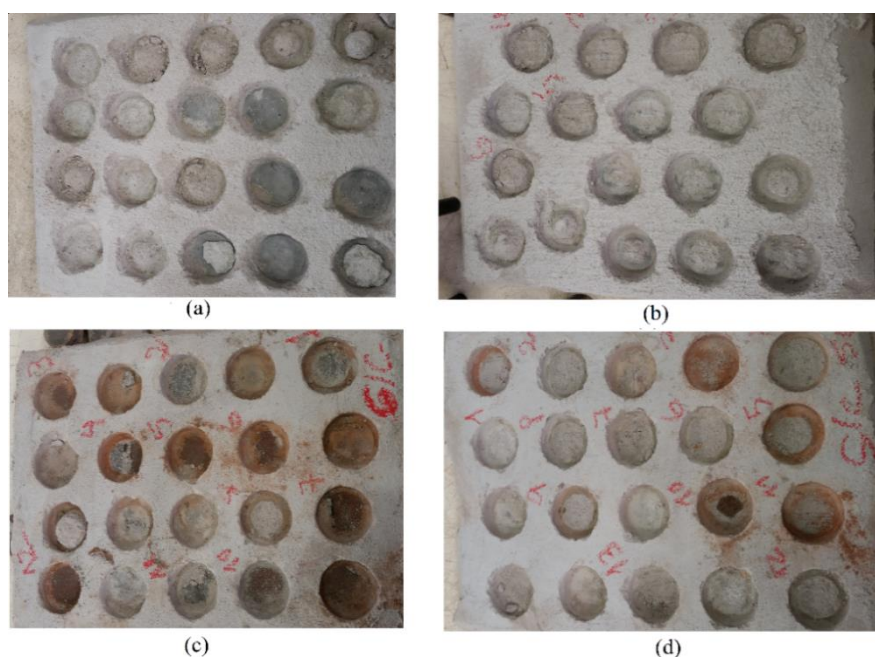
Fonte: Da autora (2017)

Os resultados se assemelham aos obtidos por Silva (2006), no que refere-se ao excesso de agregado, cujo os valores encontrados pelo autor, são na média de 0,08 e 0,04, muito próximo ao encontrado neste estudo.

Ioppi (1995) em seu estudo, observou que a argamassa com maior teor de água obteve um negativo desempenho de resistência mecânica, quando comparada a uma argamassa de menor teor. Concluiu também que a resistência de aderência do revestimento decresce com o aumento da relação água/cimento das argamassas.

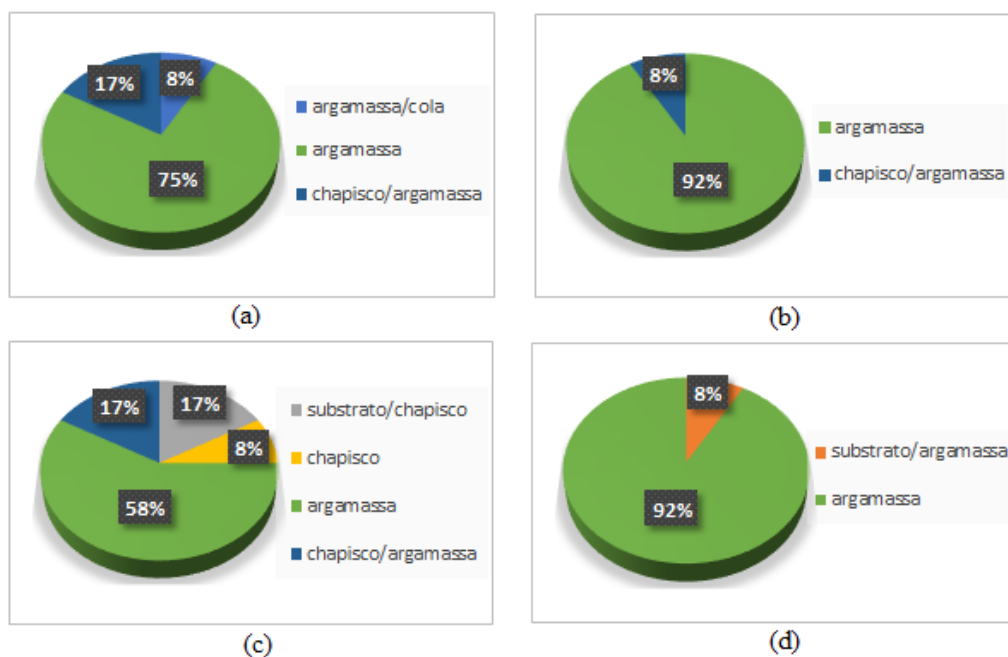
Observou-se conforme ensaio de material pulverulento (item 4.3.4.2) a maior porcentagem desse material para areia do traço 1:2:10, o que pode ter sido consequência para o baixo desempenho da argamassa.

Figura 45 – Traço 1:2:10 - Desempenado concreto (a), Convencional concreto (b), Convencional cerâmica (c) e Sem chapisco (d)



Fonte: Da autora (2017)

Gráfico 11 - Ruptura traço 1:2:10 - desempenado concreto (a), convencional concreto (b), convencional cerâmica (c), sem chapisco cerâmica (d)



Fonte: Da autora (2017).

Através dos gráficos acima, pode-se observar que em todos os traços a ruptura deu-se na argamassa, o que juntamente com os resultados obtidos nas resistências mecânicas, comprova a fragilidade da argamassa.

5.2.2 Análise geral das resistências médias

A fim de verificar o comportamento da aderência nos substratos, fez-se uma análise dos resultados de cada traço verificando o atendimento ou não da norma.

Quadro 18 - Resumo resultado de aderência cada traço

Traço	Concreto				Cerâmico			
	Chapisco Desempenado		Chapisco Convencional		Chapisco Convencional		Sem chapisco	
1:1:5	Não	0,16	Sim	0,30	Sim	0,33	Sim	0,26
1:1:6	Sim	0,20	Sim	0,21	Sim	0,29	Não	0,17
1:1:7	Não	0,18	Sim	0,20	Sim	0,37	Não	0,13
1:2:9	Não	0,18	Não	0	Sim	0,37	Não	0,19
1:2:10	Não	0,05	Não	0,07	Não	0,12	Não	0,09
Média	0,16		0,16		0,30		0,17	
	Não atende		Não atende		Atende		Não atende	

■ ATENDE PARA REVESTIMENTO EXTERNO

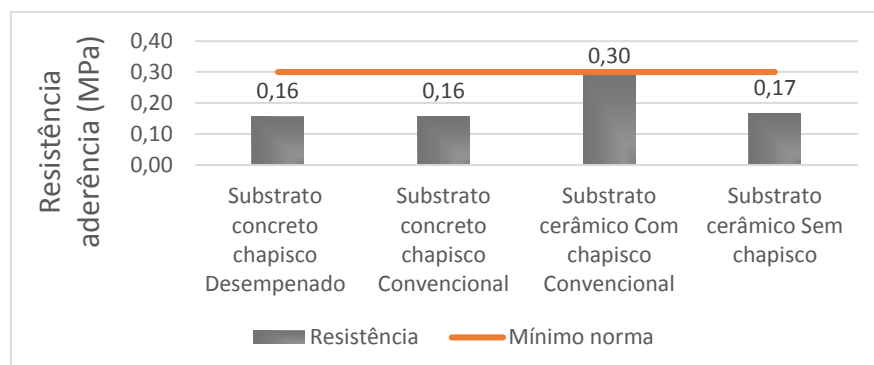
■ ATENDE PARA REVESTIMENTO INTERNO

■ NÃO ATENDE A NORMA

Fonte: Da autora (2017)

Através dos dados obtidos, fez-se a média dos cinco traços de forma a observar e comparar os valores resistências médios de resistência à aderência de cada substrato.

Gráfico 17 - Resultado médio de resistência de aderência dos substratos



Fonte: Da autora (2017).

Como pode-se observar, somente o substrato cerâmico com chapisco convencional atingiu o mínimo estabelecido pela norma, enquanto no substrato de concreto nenhum dos revestimentos, obtiveram resultados de aderência superior ao limite mínimo de revestimento externo, estabelecido pela norma, de 0,30 MPa. Da mesma forma, se comparado ao limite interno, o substrato cerâmico com chapisco convencional é o único que atende a norma, com 0,20 MPa, limite.

Os resultados médios desse estudo, encontram-se compatíveis com Ruduit (2009), na qual em sua pesquisa concluiu que a baixa aderência média dos substratos de concreto quando comparado aos cerâmicos, provem da maior dificuldade em atingir condições ideais de aderência, seja pela baixa absorção dos concretos ou pela maior presença de contaminantes.

Para Barreto e Brandão (2014), os resultados obtidos para os traços 1:1:4, e 1:2:8 no ensaio de resistência de aderência à tração apresentaram alta variabilidade, variando de dez a trinta e cinco por cento. Isso deve-se, ainda segundo os autores, as características do substrato, a forma de aplicação do revestimento e os materiais constituintes. Por isso, uma elevada variação nos resultados de resistência de aderência à tração, podem ser esperados. O que condiz com a variação obtida no estudo.

Os resultados de aderência, dos revestimentos de argamassa, estão relacionados a diversos fatores, que vão desde características físicas, mecânicas até a composição das argamassas e substratos. Além disso, detalhes relacionados às aplicações, condições e tratamentos realizados na execução podem ser determinantes na aderência e resistência mecânica.

Ruduit (2009), embasou seu estudo com uma pesquisa de dados de ensaios de resistência de aderência à tração, computado nos últimos dez anos, em obras do estado do Rio Grande do Sul. A partir disso, pode perceber que em substratos de concreto, como vigas, pilares e lajes, apresentem valores inferiores aos de substratos de alvenaria, no que remete-se aos revestimentos de argamassa. Comprovando a inferioridade encontrada neste estudo.

6 CONCLUSÃO

O objetivo principal deste estudo consistiu em analisar o desempenho das argamassas de revestimentos, aplicadas sobre substratos de concreto e cerâmico, a fim de analisar a resistência de aderência à tração. Para isso, avaliou-se os traços, de modo a obter-se resultados para caracterização dos materiais constituintes e do sistema de revestimento, tanto na condição fresca da argamassa quanto endurecida.

Dessa maneira, no que refere-se à caracterização dos materiais, pode-se dizer que não houve uma discrepância nos valores, quando comparados a valores encontrados na literatura. Quanto à distribuição das areias, as quatro obras e o referencial mantiveram-se dentro da zona utilizável estabelecida pela norma.

Com relação ao desempenho das argamassas de revestimentos, os resultados apresentaram-se com grande variação no que refere-se as resistências obtidas. De modo geral, as argamassas obtiveram maior aderência nas argamassas aplicadas no substrato cerâmico com chapisco, enquanto os menores valores foram condizentes com o substrato de concreto.

Assim, verificou-se que somente o chapisco convencional na base cerâmica atendeu aos critérios de norma, enquanto aos demais resultados, o valor encontrado manteve-se abaixo do limite.

Dessa maneira, dos quatro tipos analisados de camada de preparo, o chapisco convencional foi o material que apresentou os melhores resultados de aderência dos 20 painéis ensaiados. O chapisco convencional apresentou, uma superfície de interface entre o chapisco e emboço superior a mesma interface no chapisco desempenado, o que pode atribuir a maior aderência com esta aplicação.

As regiões de ruptura, nos substratos de concreto, em geral, concentraram-se nas interfaces chapisco/argamassa e chapisco/substrato, enquanto nos substratos de cerâmica concentrou-se em uma única camada de revestimento.

Quanto a resistência mecânica, o traço 1:1:5, referencial, foi o que obteve maior resistência à compressão e à tração na flexão, seguido pelo traço 1:1:7, condizente a Obra C. Os traços com uso de aditivo e maiores teores de agregados, tiveram um decréscimo de resistência. Observou-se que dentre os cinco traços, os que utilizam cimento CPIV obtiveram as resistências mecânicas aos 28 dias superiores aos utilizando CPV. O que pode ser atribuído ao uso do cimento de alta resistência nos traços mais pobres, em mesma proporção que para os demais traços.

A partir dos ensaios realizados foi possível verificar que traços com maiores teores de cal e agregado, reduziram as resistências, além de apresentarem a menor retenção de água. Diferentemente, dos resultados de teor de ar incorporado, cujo para os traços mais pobres, com maiores proporções de aglomerante e agregado, resultaram em um maior valor de incorporação. A absorção de água, teve sua variação de acordo com a granulometria, na qual, para o traço cujo módulo de finura foi maior (traço 1:2:9), ouve uma maior absorção, enquanto para o traço de menor módulo de finura (1:2:10) a absorção foi a menor.

Portanto, o desempenho mecânico dos revestimentos argamassados apresentaram melhor desempenho para os traços mais ricos como 1:1:5, 1:1:6 e 1:1:7, e menos eficiente para os traços mais pobres 1:2:9 e 1:2:10. No que refere-se aos substratos, bases de concreto apresentaram-se inferiores a aderência, quando comparados aos substratos cerâmicos. No uso de chapisco, o convencional mostrou-se superior ao desempenado e na cerâmica seu desempenho foi satisfatório, o que condiz com a norma, atendendo aos 0,30 MPa, enquanto aos demais, encontraram-se abaixo de 0,30 Mpa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCP. Associação Brasileira de Cimento Portland. **Manual de revestimentos de argamassa**. 2002. Disponível em: <<http://www.comunidade-da-construcao.com.br/upload/ativos/279/anexo/ativosmanu.pdf>>. Acesso em: 22 junho 2017.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro. 2015.

_____. **NBR 13276**: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro. 2016.

_____. **NBR 13277**: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – determinação da retenção de água. Rio de Janeiro. 1995.

_____. **NBR 13278**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro. 2005.

_____. **NBR 13279**: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13281**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR 13528:** Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 13528:** revestimento de parede e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

_____. **NBR 13529:** Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 13530:** Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 13749:** Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 15259:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos. Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade. Rio de Janeiro. 2005.

_____. **NBR 5733:** Cimento Portland de Alta Resistência Inicial - Comum - Especificação. Rio de Janeiro, 1991.

_____. **NBR 5736:** Cimento Portland pozolânico. Rio de Janeiro, 1991.

_____. **NBR 6453:** Cal virgem para construção civil - Requisitos. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 7200:** Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas –Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 7211.** Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR 7217.** Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 1987.

_____. **NBR 9776.** Agregados – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman. Rio de Janeiro, 1987.

_____. **NBR 9935.** Agregados – Terminologia. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 5739.** Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR NM 46:** Determinação do teor de material pulverulento. Rio de Janeiro, 2003.

AMORIM, A. A. D. “**Durabilidade das estruturas de concreto armado Aparentes**”. 74f. Monografia – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

ANGELIM, R.R. **Influência da adição de finos calcários, silicosos e argilosos no comportamento das argamassas de revestimento.** Dissertação mestrado – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2000.

ANGELIM, R.R.; ANGELIM, S.C.M. e CARASEK, H. 2003. **Influência da distribuição granulométrica da areia no comportamento dos revestimentos de argamassa.** In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, V. Anais... São Paulo, USP/ANTAC.

ARAÚJO JR., J.M. **Contribuição ao Estudo das propriedades Físico-Mecânicas das Argamassas de Revestimento.** Brasília, 2004. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Programa de pós-graduação em Estrutura e Construção Civil, Universidade de Brasília.

ARAÚJO, A. B. C. **Contribuição ao estudo das propriedades de argamassas com saibro da região de Maceió (AL) para revestimentos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

BARRETO, M.F.O. BRANDÃO, P.R.G. **avaliação da resistência de aderência à tração de argamassas de cimento Portland novas e envelhecidas.** In: 21 CBECIMAT - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Cuiabá, 2014.

BASTOS, Pedro K. X. **Retração e desenvolvimento de propriedades mecânicas de argamassas de revestimento.** São Paulo, 2001. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

BAUER, Elton. **Revestimento de argamassa: características e peculiaridades.** Brasília: LEM – UnB; Sinduscon, 2005.

BAUER, L.A. Falcão. **Materiais de Construção.** 5ª Ed. Rio de Janeiro: 2000.

BELLAVER, G.B. **Falta de aderência entre o revestimento argamassado e substrato de alvenaria: influência do tipo de argamassa, espessura e técnica utilizadas.** 108F. Dissertação (Tese em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

CARASEK, H.; CASCUDO, O.; SCARTEZINI, L. M. B. **Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa.** In: simpósio brasileiro de tecnologia das argamassas, 2001, Brasília.

CARASEK, Helena. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais.** São Paulo, IBRACON, 2007.

CARNEIRO, A. M. P. **Contribuição ao estudo da influência do agregado nas propriedades de argamassas compostas a partir de curvas granulométricas.** São Paulo, 1999. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

CEOTTO, L. H. BANDUK, R. NAKAKURA, E. H. **Revestimentos de Argamassa.** Volume 1. Porto Alegre, 2005.

CINCOTTO, M. A. SILVA, M. A. C. CASCUDO, H. C. **Argamassas de revestimento: características, propriedades e métodos de ensaio.** Boletim 68 IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, 1995.

COSTA, F. N. **Processo de produção de revestimento de fachada de argamassa: problemas e oportunidades de melhoria.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

COSTA, M. R. M. M. D. **Tecnologia de argamassa**. Universidade Federal do Paraná, 2014. Disponível em: http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/9/9a/TC034_Aula_Argamassas_Gradua%C3%A7%C3%A3o_2014_parte_Ila.pdf. Acessado em abril de 2017.

COSTA, P. A. **Patologias do processo executivo de revestimentos de fachada de edifícios**. 81f. Monografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

DO Ó, S. W. **Argamassas de revestimentos aditivadas**. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

DUBAJ, E. **Estudo comparativo entre traços de argamassa de revestimento utilizadas em Porto Alegre**. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre. 2000.

FIGUEIREDO, A. M; SOUZA, S. R. G. **Como elaborar projetos, monografias, dissertações e teses: da redação científica à apresentação do texto final**. 4. Ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2011.

GASPERIN, J. **Aderência de revestimentos de argamassa em substrato de concreto: influência da forma de aplicação e composição do chapisco**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, S. R. D. C. **Variabilidade e fatores de dispersão da resistência de aderência nos revestimentos em argamassa – Estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

IOPPI, P. R. **Estudo da aderência de argamassa de revestimento em substratos de concreto**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

JUNIOR, J. M. D. A. **Contribuição ao estudo das propriedades físico-mecânicas das argamassas de revestimento.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 2004

KIRCHHEIM, A. P.; SOMMER; PASSUELO, A.; L., DAL MOLIN, D. C. C.; SILVA FILHO, L. C. P. **Estudo da absorção capilar em argamassas de cimento Portland branco estrutural com diferentes teores de adições pozolânicas.** In: Entac, 2004c, São Paulo.

LEAL, F.E.C.B. **Estudo do desempenho do chapisco como procedimento de prevenção de base em sistemas de revestimento.** 115 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

LEGGERINI, M. R. C. **Materiais Tecnicas e Estruturas I.** Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

LONGHI, M. A. **Revestimento de argamassa industrializada sobre substratos de concreto estrutural: análise do desempenho quando submetidos a envelhecimento acelerado.** 92 f. Dissertação (Tese em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MALAGONI, M. A. VICTOR, S. **Análise dos resultados de resistência de aderência em revestimentos de argamassa.** 391 f. Dissertação (Tese em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing: Uma orientação aplicada.** 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MARINOSKI, D. **Alvenarias: conceitos, alvenaria de vedação, processo executivo.** Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponive em: http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Aula%20-%20Alvenarias_%20introducao%2Bvedacao.pdf. Acessado abril de 2017.

MATOS, P. R. **Estudo da utilização de argamassa estabilizada em alvenaria estrutural de blocos de concreto.** 74f. Monografia – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

MEHTA, P. K. e MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais**. São Paulo, Editora PINI, 1994

MEIER, D. **Análise da qualidade do agregado miúdo fornecido em Curitiba e região metropolitana**. 73 f. Dissertação (Tese em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

MILITO, J. A. D. **Técnicas de construção civil e construção de edifícios**. 2011 <https://www.passeidireto.com/disciplina/tecnologia-da-construcao?arquivo=6642853>. Acessado em maio de 2017.

MONTAGNER, M. **Estudo do desempenho de argamassas de assentamento utilizando areia artificial, cal e aditivo plastificante**. 51 f. Dissertação (Tese em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2006.

MOURA, C. B. **Aderência de revestimentos externos de argamassa em substratos de concreto: influência das condições de temperatura e ventilação a cura do chapisco**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

MOURA, T. Y. **Fiscalização e controle de execução de revestimento cerâmico**. Tese (Pós-graduação em Gerenciamento de Obras) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

MUNIZ, M. V. S. **A influência dos aditivos aceleradores e retardadores de pega sobre a pasta de cimento Portland**. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2008.

OLIVEIRA, A. A. **Apostila para as aulas práticas de materiais de construção**. Universidade Federal do Ceará, 2007.

PADILHA, S.A. PALIGA, C. M. TORRES, A. S. **Estudo comparativo da resistência à compressão de blocos de concreto produzidos com diferentes cimentos e dosados em ambiente de fábrica**. REEC – Revista eletrônica de engenharia civil, vol 13, n2, 184 – 195, 2017.

PAES, I.N.L. **Avaliação do transporte de água em revestimentos de argamassa nos momentos iniciais pós-aplicação**. 260 f. Dissertação de doutorado. Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

PEREIRA, C. H. D. A. F. **Contribuição ao estudo da fissuração, da retração e do mecanismo de descolamento do revestimento à base de argamassa.** Dissertação (Doutorado Estruturas e Construção Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

PRODANOV, C. C. FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2013.

QUIVY, R. CAMPENHOUDT, L. V. **Manual de investigação em ciências sociais.** 4. ed. Santa Catarina, 2005.

ROSA, M. **Análise do efeito do teor de microfinos nas propriedades das argamassas de revestimento com utilização de areia de britagem basáltica.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2013.

RUDUIT, F. R. **Contribuição ao estudo da aderência de revestimentos de argamassa e chapisco em substrato de concreto.** Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SANTOS, H. B. D. **Ensaio de aderência das argamassas de revestimento.** 50f. Monografia – Curso de Especialização em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SANTOS, H. B. **Ensaio de aderência das argamassas de revestimento.** 50 f. Dissertação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SELLTIZ, C.; WRIGHTSMAN, L. S.; COOK, S. W. **Métodos de pesquisa das relações sociais.** São Paulo: Herder, 1965.

SELMO, S. M. S. **Dosagem de argamassas de cimento Portland e cal para revestimento externo dos edifícios.** São Paulo, 1989. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SERNAGLIA, R. G. **Discussão sobre a necessidade de chapisco para aplicação de revestimento interno de argamassa sobre alvenaria de bloco de concreto e cerâmico.** 57f. Monografia (Pós-graduação em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

SILVA, F. G. S. **Proposta de metodologias experimentais auxiliares à especificação e controle das propriedades físico-mecânicas dos revestimentos em argamassa.** Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

SILVA, F. G. S. **Proposta de metodologias experimentais auxiliares à especificação e controle das propriedades físico-mecânicas dos revestimentos em argamassa.** 266 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

SOUZA, C. H. B. D. **Desenvolvimento de argamassas de revestimento com adição do resíduo do polimento de porcelanato.** 65f. Monografia – Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2013.

STOLZ, C. M. **Influência da interação entre os parâmetros reológicos de argamassa e a área potencial de contato de substratos na aderência de argamassa de revestimento.** Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

TRISTÃO, F. A. **Influência da composição granulométrica da areia nas propriedades das argamassas de revestimento.** 219 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

UNGERICHT, A.J. PIOVESAN, A.Z. **Influência da cura da argamassa em relação às propriedades mecânicas e absorção de água.** Unoesc & Ciência – ACSA, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 75-86, 2011.



UNIVATES

R. Avelino Tallini, 171 | Bairro Universitário | Lajeado | RS | Brasil
CEP 95900.000 | Cx. Postal 155 | Fone: (51) 3714.7000
www.univates.br | 0800 7 07 08 09